

平成 23 年度地域伝統文化総合活性化事業

公開シンポジウム

文化財建造物の継承・活用と防災



2012 年 2 月 13 日

社団法人 日本火災学会

平成 23 年度地域伝統文化総合活性化事業
公開シンポジウム 文化財建造物の継承・活用と防災

プログラム

司 会 土屋伸一（明野設備研究所），万本敦（ホーチキ）

1. 主旨説明

13:35～13:50 受託事業実行委員会委員長 長谷見雄二（早稲田大学）・・・ 1

2. 主題解説

1) 13:50～14:15 文化財建造物の火災事例 中山葉月（早稲田大学）・・・ 9

2) 14:15～14:40 伝統的建造物の火災性状 林 吉彦（建築研究所）・・・ 14

3) 14:40～15:05 文化財建造物の防火対策 田中浩二（能美防災）・・・46

（15:05～15:10 休憩）

4) 15:10～15:35 海外の文化財建造物の防災計画 後藤 治（工学院大学）・・・51

5) 15:35～16:00 木造温泉旅館のケーススタディ 有川翔馬（早稲田大学）・・・56

（16:00～16:15 休憩）

3. 討 論

16:15～16:55 講演者，村田信夫（OFFICE 萬瑠夢），林義久，関澤愛（東京理科大学），
樋本圭佑（京都大学）他

4. まとめ

16:55～17:00 受託事業実行委員会委員長 長谷見雄二（早稲田大学）

文化財建造物の継承・活用と防災―主旨説明

早稲田大学理工学術院建築学科・建築学専攻

長谷見 雄二

1. はじめに

法隆寺金堂壁画の焼失をきっかけに法制化された文化財建造物防災については、火災による滅失リスクをなかなか克服できていないうえに、阪神淡路大震災(1995)以来の大地震における歴史的建築物の著しい被害、文化財の多い地域で予想されている大地震、更に最近、増加している戦後建築を含む近代建築の文化財指定等、活用を前提にしなければ成り立たない文化財保存のあり方の模索等を通じて、多方面からの関心が寄せられている。東日本大震災では、津波により多くの文化財が消失した他、地震による被害を受けた文化財も多い。

様々な災害がある中で、文化財を消失させる危険が大きいという観点から、長い間、火災が、災害の脅威の核心と捉えられてきた。東日本大震災では、津波も同様な脅威があることが認識されたのであり、今後、沿岸部の文化財については、津波をどう捉えるかが問われていかざるを得なくなっていくことになるだろうが、発生危険度に関して地域的偏りが少ない火災や地震、風水害に限っても、文化財建造物には、建築技術の面から見て、現代の防災対策・計画の対象となっている工業化された現代建築とは異なる多くの特徴があり、火災や自然災害に対しては概して脆弱と考えられるうえに、軽微な焼毀・破損でも、文化財としての価値は著しく傷つく可能性が高い。しかも、文化財保存という観点からは、建築物自体に手を加える建築的防火対策の導入には大きな制約がある。こうした文化財建造物における火災損害の軽減や安全な活用法については、過去、調査研究や技術開発の蓄積が少なく、体系的な裏付けのある計画手法、対策技術、基準の整備が進められてきたとは言い難い。

さて、日本火災学会は、文化庁より平成22年度より地域伝統文化総合活性化事業として、「文化財建造物の火災対策ガイドラインの作成と普及」(以下、「本事業」と略す)を受託し、本会文化財建造物防災専門委員会を母体として、受託事業委員会が設置された¹⁾。

本事業は、文化財建造物には火災に脆弱なものが多いとの基本認識のうえで、建築構造、管理状況、施設としての性格、地域の条件によって火災リスクがまちまちな文化財建造物を災害から守るために、これらの条件を反映した防災施設・設備の整備と災害対応体制の確立のための知的基盤と社会的な仕組みを構築することを目標とし、3年間で、次の事業を行おうというものである。

- ① 文化財建造物の防災施設・設備の計画資料の整備
- ② 文化財建造物の火災対策指針の整備
- ③ 文化財防災マネージャー養成・資質向上プログラムの構築・試行

初年度、二年度めに当たる平成 22、23 年度は、これらに関しての、以下の作業を進めてきた。このうち、初年度に実施した作業のうち、調査の性格が強いものについては、平成 23 年度日本火災学会研究発表会で発表した^{2)~6)}。

- (1) 文化財建造物の火災事例調査
- (2) 伝統的建造物の火災実験に関する文献調査
- (3) 「文化財建造物の防災施設・設備計画資料集」の作成
- (4) 文化財建造物の防災計画ケーススタディ
- (5) 文化財建造物防災指針(案)の作成
- (6) 文化財建造物用の消防設備の有効性検証のための実験
- (7) 歴史的に持続してきた集落・建造物の要因調査
- (8) 公開シンポジウムの実施

本シンポジウムは、上記(8)に該当するものであり、受託事業委員会が行ってきた調査、検討の概要を報告し、多方面の意見を仰いで、三年度目に当たる平成 24 年度の事業に反映させたいと考えている。本稿では、各委員からの主題解説に先だって、本事業にあたって構想している文化財建造物防災の枠組を紹介し、文化財建造物の保存活用という視点から、どのような防災上の課題があるのかを検討しておきたい。

2. 文化財建造物の範囲

上述のように、文化財建造物防災には多くの課題があるが、一方で、文化財建造物の概念も多様化している。

「文化財建造物」という用語は、本来は文化財保護法による重文指定建造物(国宝を含む)を指し、建築基準法、消防法でも他の建造物とは異なった位置づけがされている。重文指定建造物は、表 1 のように 2400 件を超え、そのうち 1 割弱が、特に重要なものとして国宝に指定されている。重文指定の近年の特徴として、戦後建築を含む近代的用途のままで現役の近代建築の指定の増加や指定文化財の多様化が目立っていることがあげられる。重文建造物の火災件数は、文化財保護法制定以来の約 60 年間に 83 件に上り、これは出火比率に換算すると、約 1×10^{-3} (件/施設・年)となり、現代の施設等と比べると、住宅、幼稚園等を上回り、公会堂等と大差がない。全焼火災となる割合が高いことも文化財建造物火災の特徴となっている。実

表 1 重文指定建造物

		国宝	重文	合計
近世以前	神社	38	547	585
	寺院	152	707	859
	城郭	8	45	53
	住宅	14	91	105
	民家	0	347	347
	その他	3	205	208
近代	宗教	0	25	25
	学校	0	38	38
	官公庁舎	0	22	22
	産業・交通・土木	0	66	66
	住居	1	76	77
	文化施設	0	34	34
	商業・業務	0	20	20
	その他	0	5	5
合計		216	2228	2444

務的な難易はともかく、未来に継承することを目的に指定された文化財の状況としては、なんとか改善したいと考えられて然るべき数値である。

ところで、今日、文化遺産として社会的に認識されている建築物には、これら指定建造物の他に、県・市町村指定文化財や活用に重点を置いた登録文化財があり、更に、建築物としての評価は高くても、調査が十分行われていないとか、現在の所有者が保存の意向を固めていない、年代が比較的新しい等の事情で未指定のものもある。建築物の種類も、文化財概念が近代建築に及んだ段階で、鉄筋コンクリート造等の近代工法が加わり、商業・駅舎等、不特定多数が利用する現代の施設として利用され続けているものもある。また、寺社等では、建造物自体は文化財指定されていなくても、文化財指定された仏像等を信仰の対象として収蔵している場合も多く、収蔵文化財を守るためには、建造物自体を守る対策が必要である。更に、歴史的町並みについては、重要伝統的建造物群保存地区(重伝建地区)が制度化されており、重伝建地区で保存対象とされている伝統的建造物の数は膨大である。そこで以下、「文化財建造物」という用語は、指定文化財だけでなく、これら、社会的に保存が期待される文化遺産として認識される建造物全体を指すこととする。平成 22 年度の調査によれば、欧米では歴史的建築物の保存・活用のための防災対策の手法・制度の整備が進められているが、その状況と比較して、日本で防災計画の手法の整備が特に立ち遅れているのは、指定文化財以外の「文化財建造物」や、活用を前提とする防災対策であろう。

防災の目標や条件は、文化遺産としての位置づけや防災に活用可能な諸資源の条件によって異なるが、このように、文化財として認識すべき範囲を一旦、拡大することは、機能的な文化財防災対策を構築するうえで非常に重要である。即ち、指定文化財は、その定義からいっても、様式、建設年代、構造、用途等ごとに限られた件数しか存在しないから、その防災的特質はいきおい個別的になり、それを踏まえた防災対策を、と考えても却って立案困難に陥りそうである。文化財概念を広範囲に捉えることで、個々の様式、建設年代、構造、用途等に関して、多数の類例を対象にすることができれば、様式等の特色に応じた防災計画の考え方や防災技術を検討できるようになると期待できる。

3. 文化財建造物防災の課題と対策に必要なインフラストラクチャ

文化財建造物で火災が起こった場合、文化財保護という観点からは、消火だけでなく、被害調査、被災建造物の修復等、多様な課題が必要である。そして、文化財建造物のほとんどは火災に脆弱なことを考えれば、出火予防や初期消火の必要は特に大きい。更に、文化財建造物は民族的遺産や地域振興の中核として、公開が期待されることも増えており、公開活用される場合には、避難安全対策等も必要である。

むろん、被害調査、出火予防、消火、避難安全対策等は、新築される現代建築でも講じられるが、文化財建造物では、目標と対策の与条件が大きく異なる。

例えば、現代の建築では、財産的損害は基本的には損害保険で回復し得るのに対して、文化財の文化的価値は金銭的に代替・補完困難な面があること、消火活動自体が文化財を傷つける可能

性があること、建築法令上の避難計画は、施設としての利用形態や管理体制、在館者・収納可燃物等については標準的な条件を想定して、ほぼ画一的な方法で計画するのに対して、文化財建造物では、個々の建物で、それらの条件を個別に決める傾向が強いことなどを、文化財建造物に特有な防災的与条件として指摘できる。このため、文化財建造物に係る防災対策の内容は、建築基準法等のもとで現代建築を対象に行われる一般的な建築防災計画とは本来、異質なはずである。しかし、文化財に関して、この特殊性ゆえに現代の一般施設と大きく異なる防災技術や防災体制を整備しようとしても、研究開発への投資には限界があり、文化財にしか使われない技術では市場的可能性が限られて、発展性を期待できない。消防機器・設備のほとんどは消防法の枠組の中で製品化されているが、文化財防災は、文化財だけの特殊な技術にせず、一般的な防災対策に使われている技術・計画手法・体制から遠くない範囲で実現できるようにすることが必要である。

一方、文化財建造物では、上記のように防災的特質の個別性が顕著なうえ、個別性文化財としての価値保全にしろ、避難安全にしろ、災害時には、現代の防災法令のもとに計画される現代の施設にまして迅速・的確な対応が望まれる。ここで、個々の文化財建造物では、防災のための最善の努力を払うことが望まれるとしても、文化財建造物の数は膨大であり、防災整備に利用できる財源が限られる建造物が多いと予想されること、更に、建物を使いながらの防災的改善には本来、時間がかかること等を考慮すれば、その全てについて施設・設備による防災強化を短期間に達成するのは事実上、不可能である。

そこで、多くの文化財建造物については、文化財としての内容に応じて最低限の防災目標を設定して、現在、一般的に利用可能な技術、管理体制、財源、地域の防災的環境・資源等を有効活用して、その当面の達成を確実に講じながら、レベルアップを図るという戦略を取らざるを得ないであろう。それを円滑に進めるためには、文化財建造物防災に適した一般的な防災設備・施設に関する情報の整備、それらを利用した防災計画指針の作成をはじめ、文化財建造物の特徴と一般的な防災対策の手法についての文化財管理者、自治体等の文化財担当者、消防等による認識の共有の振興を講じていく必要がある。その上で、文化財建造物を多く有する地域や、防災的課題の大きい重要な文化財建造物を有する地域では、文化財と防火を組み合わせた知識・実践的能力のある人材を確保することが必要であろう。これらを具体化するには、文化財建造物防災を推進するインフラとして、

- ①文化財建造物の防災設備・施設の計画指針
- ②火災予防・火災対応行動のマニュアル化・訓練
- ③防災体制の組織化
- ④文化財防災の高度専門家の養成プログラム

の整備が必要である。1.で述べた本事業の内容は、ほぼ上記に対応するが、①～④のプロトタイプを提示し、出版、講習会、専門家養成プログラムの試行を通じて、具体化を図ろうとするものである。これらの有効性は、基盤となる情報、方法論の信頼性に大きく依存すると考えられるので、文化財建造物防災を支える知的インフラとして、表 2 に示すような内容を整備することが一つの目標として構想できる。

文化財災害の事例データ等は、現状では、今後の被害軽減への活用という観点からは十分に整備・分析されているとはいえないし、消火、災害調査、修復等については、適切な方法のデータさえ未整備であるから、現時点では、既存のデータの見直しや事例調査を進めて、文化財建造物防災の基盤情報としての整備体制を構築していくことが必要である。特に、放水銃等、ほぼ文化財建造物に特化して使用されている防災設備については、従来、文化財自体の多様性や文化財が置かれた状況の多様さに対して、火災抑制効果を客観的に示せるほどには、性能が把握されているとはいえない。こうした設備については、文化財防災という観点からのデータの整備そのものが必要である。

4. 文化財建築物防災から見た伝統的建築技術の現代的継承の必要性

指定文化財を対象とする限り、部材・材料による防災性能強化は、建造物自体を改変する可能性があるものとして避けられる傾向がある。

しかし、こうした建築的防災対策は、本来、文化財防災で多く使われるアクティブ防災対策に比べて、災害時に人に依存する度合いを軽減できるから、悪条件下でも効果をあげる防災対策として、組織的管理体制の構築が難しい文化財建造物の防災や、重大災害による文化財の滅失防止対策としての有効性を期待できる。文化財防災への活用上の主な課題は、建造物自体の改変の程度である。また、歴史的市街地等では、多数の歴史的建造物の修理・再生や、建て替え建築物の修景が必要である。これらは、歴史的市街地において、建物自体の防災的補強が可能な貴重な機会である。

こうした歴史的建築物の防災強化を対象として、伝統的建築技術の枠内や、その延長上で、一般的な火災リスクの抑制に有効な手法を開発したり、伝統的意匠で防災強化したりすることができれば、歴史的景観と市街地防災を両立させ、また、伝統的建築技術を、単に文化的な存在として保存するのではなく、現代的に活用される建築物に適用し得る技術として将来に継承できる見通しが得られる。伝統的建築技術には、現代の施設に積極活用できるような法令上の防災的位置づけがされていない仕様が多くのが、伝統的建築技術については、防災性能の工学的検討が始められたこと自体が比較的最近である。火災安全のみならず、耐震性能等についても、施設としての活用可能性拡大という視点からの研究開発の振興の余地は大きいと考える。建築技術の工業化が進んだ今日では、伝統的建築技術の継承自体が、文化財建造物を今後、永く継承する上で重要な課題となっている。そのためには、その担い手となる職人、建築材料供給者等の存在が安堵されるべく、伝統的建築技術の活用につながる方策との連携の振興が必要である。

こうした伝統的建築技術による防災的改善手法の開発・整備とその活用に関わるのは、文化財保存や災害予防・対応に直接関わる立場よりは伝統建築技術の担い手であるので、本事業の直接の対象とはならないが、文化財建造物の防災的基盤を強める要素として、伝統的建築技術の振興を進めることが大いに期待される。

5. 文化財建造物活用における防災計画

文化財建築物には、現代の建築防災法令との整合が基本的に困難なものがほとんどであるが、公開活用する場合は、過度な人命リスクが生じないようにすべきである。これを、新築建物の建築確認にも適用されている性能的避難安全検証で解決しようとの試みもあるが、解決の可能性があるのは、火災時の人命安全対策の基本的考え方を共有する鉄筋コンクリート造の近代建築にほぼ限られよう。しかし、建築基準法では、最も基本的には新築される場合を想定して、避難・煙制御に利用できる施設・設備を限定し、避難安全検証等の性能的火災安全検証でも、建築物の管理体制や利用者の条件の詳細は未確定として標準的な条件を設定して、火災成長、煙流動、避難行動等を予測している。

それに対して、既存建築物では、これらの条件をより具体的に特定できる場合が多いし、実際の火災において、法令上、防災設備に数えられない施設・設備等が避難に使われた例も多いから、避難誘導等が適切に行われた場合、現実起こり得る火災性状や避難行動は、火災安全検証の結果とは異なる方向に — 傾向的には安全側 — に変わる可能性が高い。従って、歴史的建築物の火災安全性に関して、法適合性を機械的に確認するのではなく、個々の建築物の条件と防災管理体制のもとで、利用者の安全を守るという立場に立てば、より重要なのは、それら条件のもとで、防災設備の見直しや避難誘導等の計画を行い、それを遂行した場合に、人命安全上、どんな弱点が残るかを検証し、弱点と判断される条件について対策を講じていくことであろう。このプロセスを繰り返せば、個々の歴史的建造物の活用上の火災リスクを合理的に低下させることが可能になるだろう。

こうした考え方が「法の抜け道」と受け取られないように説明を加えたい。例えば、建築基準法における避難安全検証等は、建築物の計画内容が法適合するかどうかを検証しているのであって、そのままでは、在館者の安全をどう確保するかという設計になっているわけではなく、重大な火災の発生を予防し、在館者の安全を守るためには、その更に先に防災体制の構築が必要である。

建築物の所与の計画内容に対して、どのように防災管理体制を構築し、防災設備・機器をどう整備して、災害時の人命安全を具体的にどう確保するかは、本来、文化財でなくとも、不特定多数が利用する施設ならば、新築を含めてどんな場合でも、検討が必要なはずである。

歴史的建築物の活用において、必要性を指摘した上記の防災計画の概念は、このように、本来、どんな施設でも必要であり、建築行政の一環として実施されてきた建築防災計画評定(2000年までは建設省が指導。現在は一部行政庁のみ実施)⁷⁾も、そのような位置づけであった。ここでは、建築基準法への適合性を期待できず、法令を鑑とする方法では防災計画の指針とならない歴史的建築物に関して、その特質を踏まえて、在館者の避難安全性を達成するための条件を、防災設備・機器、防災体制、災害時対応能力等について指針化することを目標としたい。歴史的建築物については、歴史的建築物としての真正性や意匠等の保存・復原等との両立という課題があるが、同様なことは既存不適格建築物一般に必要であると考ええる。

文化財建築物の防災計画については、個別的な計画手法や技術の開発・整備とは別に、防災改

善事業全体を、文化財保存・施設運営との関係でどう進めるかも重要な課題で、それは、ケーススタディ等を通じて検討を進めるのが合理的である。本事業では、登録文化財となっている木造4階建て温泉旅館や竣工後50年程度を経過して、建築・文化的評価が定着している近代建築を対象として、このような検討を進めてきた。

参考文献

- 1) 長谷見雄二、日本火災学会と文化財防災の60年—経過と展望、火災、No.310, 2011
- 2) 長谷見雄二、文化財建造物の防災計画の構築に向けた課題と目標、平成23年度日本火災学会研究発表会概要集
- 3) 林吉彦、中山葉月、長谷見雄二、文化財建造物の火災事例調査（その1）文化財建造物火災の一般的傾向、
- 4) 中山葉月、林吉彦、長谷見雄二、文化財建造物の火災事例調査—その2 放火による火災事例の分析—
- 5) 有川翔馬、中山葉月、長谷見雄二、林吉彦、文化財建造物の火災事例調査—その3 歴史的建築物火災の現場調査
- 6) 鈴木あさ美、中嶋彩乃、安井昇、長谷見雄二、木村忠紀、田村佳英、門岡直也、伝統町家の保存再生に適した軒裏防火改修仕様の開発
- 7) 新・防災計画指針、日本建築センター、1985

表2. 文化財建造物防災の体制づくりに必要と考えられる知的インフラストラクチャ

1. 文化財災害事例データベースの構築

[文化財防災のあらゆる面の基礎となる情報が災害事例である。文化財・歴史的建造物の災害事例について、災害予防、文化財としての価値の被害の軽減、災害後の修復という観点からの分析が可能のようにデータベース化する。既存資料からのデータベース化と、今後起こり得る災害や新発見資料の追加等のメンテナンスの両方の作業が必要である。]

(1) 既存災害事例のデータベース化

災害事例の基本情報
被害軽減要因/被害拡大要因の分析内容
災害後の修復等の内容

(2) データベースの拡充・メンテナンス

既存文献の収集・分析
災害調査(4.を参照)

2. 文化財防災計画ガイドライン

[文化財の火災安全対策の計画手法を、施設・設備等との関係で取りまとめる。(1)は、一般的な計画法の指針で、モデルとしては(精粗の違いその他はあるが)、防災計画評定制度等が参考になる。(2)は具体的な計画に必要な資料集、(3)は規範となる計画事例集である。]

(1) 防災計画指針

出火予防計画(飛火類焼、放火、落雷を含む)
初期消火・初期火災対応計画(出火建物の文化財価値保全を目的とする対策)
全損防止対策(消火設備・自衛消防隊を前提)
延焼防止計画(近隣火災からの類焼防止)
文化財活用の防災計画(避難・誘導計画)

(2) 文化財の火災安全計画資料集

(3) 防災計画事例集

3. 文化財の災害予防・対応と防災体制ガイドライン

[防災計画の目標を遂行するためのソフト、即ち、日常的な管理、体制づくり、防災担当者の能力育成、防災訓練の方法を取りまとめる。なお、木造火災は構造の崩壊等、消火活動に危険を及ぼす面もあるため、その注意も必要である。]

(1) 災害予防・対応マニュアル

出火予防
初期消火・初期火災対応
自衛消防隊による活動
公設消防による消防活動

(2) 文化財防災体制づくりガイドライン

文化財管理者の防災体制
地域における防災体制
公設消防との関係

(3) 防災体制づくり事例集

4. 文化財災害調査ガイドライン

[歴史的建造物火災は、未指定を含め、文化財防災対策への反映と当該建造物の修復可能性診断の両面から調査を行うことが望ましい。修復可能性診断には被災後、緊急に調査が必要であり、地元で、修復できるかどうかの判断と、応急措置に関して大きな誤りのない

方針決定ができることが重要である。より詳しい調査は、各分野の専門家によることも考えられるが、専門家に任せにせず、地元で調査能力を高めることができれば、防災力の育成につながると考えられる。なお、消防通報から鎮火までの経過に関する情報は、文化財防災への反映上、重要であるが、一般に消防による火災調査報告書が基本資料となる。閲覧には制約もあるが、その活用法も視野に入れる。]

(1) 修復可能性・応急対策診断マニュアル

(2) 本格調査マニュアル

出火原因調査(「予防の可能性」という視点が必要。)
火災拡大調査(「抑制可能性」という視点が重要。「延焼経路」、「時間との関係」等)
損害内容調査(水損や火災後の雨漏り・腐食等で発生する二次被害を含む)
防災対策の有効性評価
消防による火災調査報告書の活用

5. 被災文化財の修復ガイドライン

[被災した歴史的建造物の修復上の要点を、被災後早い段階で把握できるようにすることが望ましい。しかし、修復の方法は、建造物の種類、被災部位・程度等によって大きく異なり、普遍性のあるガイドラインの整備は難しいので、事例集のとりまとめから始める。]

被災文化財修復事例集

6. 文化財防災の一般知識の普及・啓蒙

[文化財防災の基本的な考え方やポイントを、火災事例、火災性状の知見を手掛かりとし、各種防災技術を紹介しながら、文化財管理者、文化財保護担当者、消防関係者、一般市民等に普及する講習会、冊子、ウェブ等を開発する]

(1) 講習会プログラムの開発・実施

(2) 冊子、ウェブの開発

7. 文化財防災マネージャーの育成プログラム

[地方の文化財防災の中核となる人材を養成するプログラムである。大規模な文化財建造物の防災責任者、重伝建地区等の中堅リーダー、市町村等の中核的文化財建造物担当者、文化財の多い地域の消防の中核的人材等を対象とする。次のような能力の達成を目標とする。]

① 管轄する個々の文化財の防災対策に関して、ポイントを押さえた方針を示すことができる

② 各種の防災計画手法・技術について、管轄する文化財防災の文脈から有効性を判断できる

③ 災害発生時に応急調査ができ、大きな誤りのない判断ができる

この種の能力は、一般的なテキストによる講義だけでは養成できず、事例、実践等に基づく研修が必要である。日常的に能力を維持するためのプログラムの必要も大きい。]

(1) 文化財防災マネージャー育成プログラム

(2) 教材・参考資料+活用プログラム

文化財建造物の火災事例

早稲田大学

中山葉月

重要文化財建造物の火災事例を調査し、全焼火災に至った事例、比較的軽微な被害事例それぞれについて、火災発見時の状況、消防設備の作動状況、消防到着時の火災状況、消防活動などを調査し、被害の明暗を分けた事象を考察する。なお、調査結果は、断りのない限り、文化庁提供資料による。

重要文化財建造物の火災の一般的傾向

昭和25年8月29日の文化財保護法施行日以降に発生した重要文化財建造物の火災件数について、表1に種別ごとの火災件数、表2に原因別の火災件数を示す。なお、重要文化財建造物の指定件数は国宝建造物の指定件数を内数として含む。重要文化財建造物の火災では、寺院、神社、民家、城郭の火災件数が顕著である。寺院、神社、城郭では、火災件数の構成比が指定件数の構成比を上回っている。

重要文化財建造物の出火原因の特徴を比較するため、通常の建物火災の出火原因を表3に示す。重要文化財建造物、通常建物とも、放火が多い点に変わりはないが、全体に占める放火の割合をみると、通常建物火災の場合は17.8%に対して、重要文化財建造物火災の場合は33.7%とほぼ2倍となっている。

表1. 重要文化財建造物の火災件数

種別	火災件数	指定件数※
近世以前	寺院	37 (44.6%)
	神社	23 (27.7%)
	民家	9 (10.8%)
	その他	0
	住宅	1 (1.2%)
	城郭	7 (8.4%)
	住居	1 (1.2%)
近代	産業交通土木	3 (3.6%)
	学校	0
	文化施設	0
	宗教	0
	官公庁舎	1 (1.2%)
	商業業務	1 (1.2%)
	その他	0
	合計	83 (100%)
※平成22年12月末現在		

表2. 重要文化財建造物の原因別火災件

放火(放火の疑いを含む)	28 (33.7%)
飛火、花火	23 (27.7%)
類焼	3 (3.6%)
落雷	2 (2.4%)
その他(火の不始末、不明等)	27 (32.5%)
合計	83 (100%)

表3. 通常建物火災の原因別件数(平成21年中)

こんろ	5054 (17.8%)
放火(放火の疑いを含む)	4935 (17.4%)
たばこ	2970 (10.5%)
ストーブ	1427 (5.0%)
配線、配線器具、電気機器	2632 (9.3%)
火あそび	734 (2.6%)
灯火	543 (1.9%)
その他	10077 (35.5%)
合計	28372 (100%)

※平成22年度版消防白書から引用

重要文化財建造物火災事例において、火災件数の多い寺院、神社、民家の火災原因を表4に示す。寺院と神社の放火は23件であり、表2と比較して、重要文化財建造物放火事例全28件の82%を占めることがわかる。なお、民家の放火事例はない。寺院、神社、民家の飛火、花火による火災は23件であり、重要文化財建造物の飛火、花火火災件数の100%を占めていることがわかる。特に、民家の発生割合が多いのが特徴である。

火災件数の多い寺院、神社、民家について、放火による火災被害の程度を表5に、飛火、花火によるものを表6に示す。いずれの原因においても、焼失に至るケースが数件みられる。民家については、前述のように、放火事例はないが、飛火、花火では焼損を招くケースがあった。この中には、被害が大きく、かろうじて復旧工事がなされたものも含まれている。

表4. 寺院、神社、民家の火災原因数

	寺院	神社	民家
放火	16 (43%)	7 (30%)	0
飛火、花火	8 (22%)	11 (48%)	4 (44%)
類焼	1 (2.7%)	0	2 (22%)
落雷	1 (2.7%)	1 (4.3%)	0
その他	11 (30%)	4 (17%)	3 (33%)
合計	37 (100%)	23 (100%)	9 (100%)

表5. 放火による火災被害の程度

	寺院	神社	民家
焦げ	3 (19%)	1 (14%)	0
焼損	10 (63%)	5 (71%)	0
焼失	2 (13%)	1 (14%)	0
毀損	1 (6%)	0	0
合計	16 (100%)	7 (100%)	0

表6. 飛火・花火による火災被害の程度

	寺院	神社	民家
焦げ	0	1 (9.1%)	0
焼損	6 (75%)	8 (73%)	4 (100%)
焼失	1 (13%)	2 (18%)	0
不明	1 (13%)	0	0
合計	8 (100%)	11 (100%)	4 (100%)

放火による火災事例

昭和25年の文化財保護法制定後の火災事例は全83件あり、その中で放火による火災は放火とみられる不審火も含め、28件と全体の約3割にあたる(表2)。放火・不審火による火災事例を表7に示す。文化財建造物の放火火災事例に関して特筆すべきは、1件を除き全てが近世以前の寺院・神社・城郭であることである。民家等の放火火災は発生していない。また、指定解除に至った全焼火災もこの55年間で3件と、他の火災要因に比べ目立って多くはない。放火火災事例での焼損箇所の割合を図1に示す。建具の被害が最も多く全体の31%、次に縁が21%、床が13%と比較的地表面に近い人の手が届き易い箇所の被害が多いといえる。

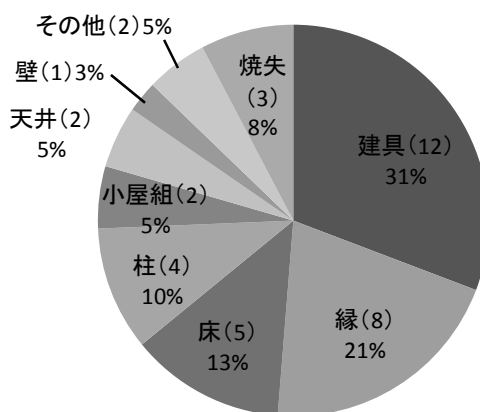


図1. 放火火災による焼損箇所別割合

表 7. 放火による火災事例一覧

名称	被害年月	所在	種別	棟数	火災原因	被害程度	
A寺仏堂、鐘楼	1956年10月	滋賀県	重文 近世以前／寺院	2	放火	焼失	指定解除
B寺鐘楼	1962年9月	京都府	重文 近世以前／寺院	1	放火	焼失	指定解除
C城門	1965年4月	東京都	重文 近世以前／城郭	1	放火	焼損	
D院書院	1966年5月	京都府	重文 近世以前／寺院	1	放火	焼損	
E城御清所	1971年5月	京都府	重文 近世以前／住宅	1	放火	焼損	
F寺仏堂	1975年10月	京都府	国宝 近世以前／寺院	1	不審火	焼損	
G寺仏堂	1980年6月	兵庫県	重文 近世以前／寺院	1	放火	焼損	
H寺仏堂	1982年2月	京都府	重文 近世以前／寺院	1	放火	焼損	
I寺仏堂	1983年4月	大阪府	重文 近世以前／寺院	1	放火	焼損	
C城門	1984年2月	東京都	重文 近世以前／城郭	1	放火	焼損	
J石造門	1985年5月	沖縄県	重文 近世以前／神社	1	放火	焼損	
K神社境内社拝	1988年6月	静岡県	重文 近世以前／神社	1	放火	焼損	
L寺塔	1992年6月	奈良県	国宝 近世以前／寺院	1	放火未遂	毀損	
K神社境内社拝	1993年1月	静岡県	重文 近世以前／神社	1	放火	焼損	
M寺仏堂	1993年4月	京都府	国宝 近世以前／寺院	1	放火	焼損	
M寺仏堂	1993年4月	京都府	重文 近世以前／寺院	1	放火	焼損	
N院仏堂	1993年4月	京都府	重文 近世以前／寺院	1	放火	焼損	
O寺仏堂	1994年7月	滋賀県	重文 近世以前／寺院	1	放火	焼損	
P城門	1996年6月	高知県	重文 近世以前／城郭	1	不審火	焼損	
Q院塔	1997年4月	青森県	重文 近世以前／寺院	1	放火	焼損	
R寺仏堂	1999年1月	滋賀県	国宝 近世以前／寺院	1	放火	焦げ	
S寺仏堂	1999年1月	奈良県	重文 近世以前／寺院	1	放火	焦げ	
T神社本堂	1999年1月	滋賀県	国宝 近世以前／神社	1	放火	焼損	
U寺仏堂	1999年2月	愛知県	国宝 近世以前／寺院	1	不審火	焦げ	
V駅本屋	1999年7月	福岡県	重文 近代／産業交通	1	放火	焼損	
K神社境内社拝	2007年8月	静岡県	重文 近世以前／神社	1	放火	焼損	
W神社本殿	2008年5月	大阪府	重文 近世以前／神社	1	放火	焼失	指定解除
X神社摂社拝殿	2009年3月	奈良県	国宝 近世以前／神社	1	放火	焦げ	

1990 年以降の放火火災事例について、その火災概要を調査し、以下の知見を得た。

重要文化財建造物の放火火災については、調査事例の範囲では、訓練された自衛防災体制があり、自動火災報知設備・消火設備が設置されて適切に管理されていれば、屋外において灯油等で出火し、建造物部材に引火したと見られる場合でも、消火活動により焼毀を比較的狭い範囲の部材に極限化できている。

緊急対応できる自衛消防体制が確立困難な場合、内部出火で燃焼拡大がより早くなる場合等については、消火活動が遅れ、大規模火災に発展する可能性が高い。防犯設備を設置し、出火を未然に防ぐ措置も取られているが、迅速な初期消火が文化財防災の成否を分けるといえ、自衛消防体制が確立困難な場合であっても早期に消火活動が行える対策について今後検討が必要である。

飛火、花火による火災事例

文化財保護法施行以降に発生した飛火、花火による火災事例一覧を表 8 に示す。

飛火・花火の発生源を図 2 に示す。飛火の発生源は、たき火、近隣火災、山火事などである。また、飛火、花火による火災被害を受けた建造物の屋根の種類を図 3 に示す。23 件すべてが植物性屋根である。檜皮葺が最も多く 16 件（寺院 5 件、神社 11 件）、茅葺 5 件（寺院 1 件、民家 4 件）、柿葺 2 件（寺院 2 件）と続く。

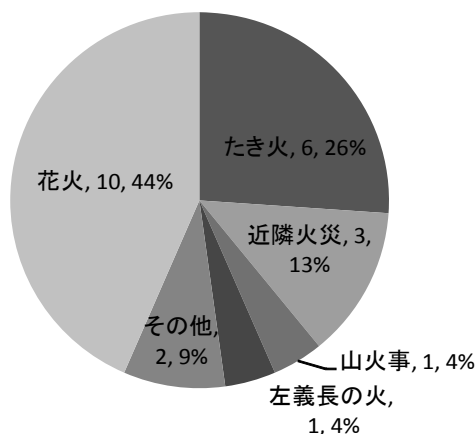


図 2. 飛火の内訳

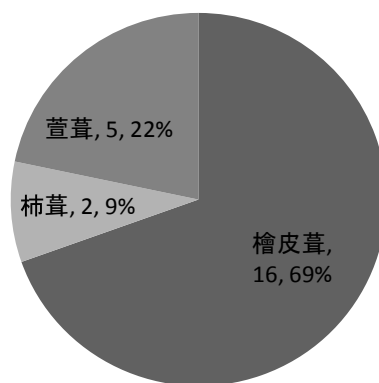


図 3. 被害側屋根の種類

表 8. 飛火、花火による火災事例一覧

名称	被害年月	所在	種別	棟数	火災要因	被害程度	焼損箇所	備考
a神社拝殿	1967年7月	広島県	国宝 近世以前／神社	1	飛火	焼損	桧皮葺屋根	
b寺仏堂	1970年7月	奈良県	国宝 近世以前／寺院	1	花火	焼損	桧皮葺屋根	
c神社本殿	1970年11月	愛知県	重文 近世以前／神社	1	飛火	焼損	桧皮葺屋根	近隣火災
d神社本殿	1971年7月	兵庫県	重文 近世以前／神社	1	花火	焼損	桧皮葺屋根	
e神社門	1973年3月	京都府	国宝 近世以前／神社	1	飛火	焼損	桧皮葺屋根	
f神社本殿	1973年7月	大阪府	重文 近世以前／神社	1	花火	焼損	桧皮葺屋根	
g家住宅	1975年7月	鳥取県	重文 近世以前／民家	1	花火	焼損	茅葺屋根	
h神社本殿	1975年8月	京都府	重文 近世以前／神社	1	花火	焼失	桧皮屋根	指定解除
h神社拝殿			重文 近世以前／神社	1	飛火／	焼損	屋根	
i寺門	1976年3月	京都府	重文 近世以前／寺院	1	飛火	焼損	桧皮葺屋根	たき火
j神社門	1977年7月	愛知県	重文 近世以前／神社	1	花火	焼損	桧皮葺屋根	
k神社本殿	1978年2月	大阪府	重文 近世以前／神社	1	飛火	焼損	桧皮葺屋根	山火事
l寺仏堂	1980年4月	京都府	国宝 近世以前／寺院	1	飛火	焼損	桧皮葺屋根	近隣火災
m寺仏堂	1980年4月	愛知県	重文 近世以前／寺院	1	飛火	焼損	桧皮葺屋根	たき火
n寺門	1985年8月	富山県	重文 近世以前／寺院	1	花火	焼損	袖塀の壁板	
o家住宅	1990年7月	神奈川	重文 近世以前／民家	1	花火	焼損	茅葺屋根	
p神社本殿	1992年4月	京都府	国宝 近世以前／神社	1他3	飛火	焦げ	桧皮葺屋根	近隣火災
q家住宅	1992年12月	大阪府	重文 近世以前／民家	1	飛火	焼損	茅葺屋根	たき火
r神社拝殿	1993年2月	奈良県	重文 近世以前／神社	1	飛火	焼失	桧皮屋根	指定解除
s神社塔	1994年1月	岐阜県	重文 近世以前／神社	1	飛火	焼損	桧皮葺屋	左義長の火
t家住宅	1994年7月	青森県	重文 近世以前／民家	1	飛火	焼損	茅葺屋根	たき火
u寺仏堂	1994年8月	愛知県	重文 近世以前／寺院	1	花火	焼失	桧皮屋根	指定解除
v寺仏堂	1998年12月	奈良県	重文 近世以前／寺院	1	飛火	焼損	屋根の一部	たき火
w寺仏堂	2000年8月	福島県	重文 近世以前／寺院	1	花火	焼損	茅葺屋根	ロケット花火

1980 年以降の飛火、花火による火災事例、数件について火災の進展、対応、被害状況、その火災概要を調査し、以下の知見を得た。

早期発見、早期消火開始に加え、植物性屋根火災の特徴を踏まえた小屋裏への消火が重要である。その前提として、消防機器の定期点検、訓練も不可欠である。また、伝統行事等を除き、重要文化財内部や周囲で火災のおそれのある火の使用を厳禁する等の措置も必要である。

発見、通報者の現場到着に遅れがあった場合、初期消火活動が遅れ、公設消防到着時には消火は困難となっている可能性がある。特に無人になる文化財建造物は、屋根面着火、延焼を遅延させる建築的な工夫が必要である。また、火報は作動したとの情報もあるが、無人となるような場合は、近隣にも通知するようなシステムが必要である。

また、植物性屋根材料の建築物の初期消火に関しては、的確な消火戦略が望まれる。調査を行った火災事例の中にも、屋外からの放水では檜皮葺が防水層として働き、小屋内部に水が届かず、有効に消火できなかった事例があり、屋根をめくり落とすなどの対応が必要であったと考えられる。

伝統木造建築物の火災性状

建築研究所

林 吉彦

1. はじめに

文化財建築物の防災計画を策定するには、文化財建築物の火災性状を理解する必要がある。文化財建築物の多くは伝統木造建築物である。本稿では、伝統木造建築物の火災性状を知る手掛かりとして、戦前の木造火災実験の結果を整理する。

2. 重要文化財建築物について

2. 1 重要文化財建築物の構造、規模

平成 24 年 1 月 31 日現在、文化庁データベース¹⁾によると、重要文化財建造物は 2392 件を数える。種別では、寺院、神社、民家が多く、それぞれ、859 件 (36.0%)、585 件 (24.4%)、347 件 (14.5%) である。この中には、国宝 216 件が内数として含まれる。寺院 152 件、神社 38 件である。民家は 0 件である。重要文化財建造物には、通常の建築物（屋根と壁のあるような建築物を指す。以下、建築物と称す）の他に、門、塀、橋なども含まれる。各件を見ると複数の建築物で構成されるものもある。したがって、上記件数が建築物の棟数になるわけではない。

データベースに示された構造及び形式等の情報から判断して、寺院、神社、民家に分類される建築物のほとんどは伝統木造建築物である。建築面積は表 2-1 に推定する。データベースに建築面積の記載があるものや、桁行、梁間の記載があるものから、寺院 153 棟、神社 133 棟、民家 81 棟を抽出して算出した。桁行、梁間を手掛かりにする場合は、両寸法の積を建築面積とみなした。1 間 1.818m とした。

表 2-1 重要文化財建築物の規模

	建築面積	平均	標準偏差
寺院	3.3～1477.5m ²	99.9m ²	161.2m ²
神社 ※1	3.3～1505.3m ²	38.8m ²	133.9m ²
民家	79.7～631.0m ²	209.4m ²	107.3m ²

※1 神社に関しては、三間社流造が多く、その場合、桁行、梁間ともに 3 間とした。

2. 2 重要文化財建築物の火災事例

重要文化財建造物の火災に関して文化庁から情報を得た。火災事例も含まれる。これらの情報に基づいて以下を紹介する。

重要文化財建造物の火災件数を表 2-2 に示す。昭和 25 年 8 月 29 日の文化財保護法施行日以降の件数である。これらには、門、塀、鐘楼、橋なども含まれている。表中には、平

成 24 年 1 月 31 日現在の重要文化財建造物の指定件数を参考に示している。内数として国宝を含む。火災件数、指定件数の（ ）内は各構成比を表す。

表 2-2 重要文化財建造物の火災の件数

種別		火災件数	指定件数
近 世 以 前	寺院	37 (44.6%) ※1	859 (36.0%) ※2
	神社	23 (27.7%) ※1	585 (24.4%) ※2
	民家	9 (10.8%)	347 (14.5%)
	その他	0	208 (8.7%)
	住宅	1 (1.2%)	105 (4.4%)
	城郭	7 (8.4%)	53 (2.2%)
	合計	83 (100%) ※1	2392 ※2
近 代	住居	1 (1.2%)	77 (3.2%)
	産業交通土木	3 (3.6%)	66 (2.8%)
	学校	0	38 (1.6%)
	文化施設	0	34 (1.4%)
	宗教	0	25 (1.0%)
	官公庁舎	1 (1.2%)	22 (1.0%)
	商業業務	1 (1.2%)	20 (0.8%)
	その他	0	5 (0.2%)
合計		83 (100%) ※1	2392 ※2

※1 国宝建造物の火災件数は全 14 件。寺院 9 件 (64.3%)、神社 5 件 (35.7%)。

※2 国宝建造物の指定件数は全 216 件。寺院 152 件 (70.4%)、神社 38 件 (17.6%)。

重要文化財建造物の火災 83 件について、主原因を表 2-3 に示す。

表 2-3 重要文化財建造物の火災の原因

放火（放火の疑いを含む）	28 (33.7%)
飛火	23 (27.7%) ※2
類焼 ※1	3 (3.6%)
落雷	2 (2.4%)
火の不始末	9 ※3
その他	5 ※4
不明	13
合計	83 (100%)

※1 近隣火災からの接炎や放射熱で着火するもの。

※2 表 2-4 参照。

※3 表 2-5 参照。

※4 シンナー遊び、鰐口紐から屋根内に延焼、火を付けられた猫が床下に入り出火など。

表 2-4 飛火の内訳

花火	10
たき火	6
近隣火災	3
山火事	1
火祭り	1
その他	2

表 2-5 火の不始末の内訳

たばこ	2
灯明	1
ローソク	1
こたつ	1
たき火	1
裸火（賽銭泥棒による）	1
その他	2

通常の建物火災の出火原因を表 2-6 に示す。平成 22 年度版消防白書²⁾から引用した平成 21 年中の原因別件数を示している。重要文化財建造物、通常建物とも、放火が多い点に変わりはないが、全体に占める放火の割合をみると、通常建物火災の場合は 17.4%に対して、重要文化財建造物の火災の場合は 33.7%とほぼ 2 倍となっている。

表 2-6 建物火災の原因（平成 21 年中）

こんろ	5054 (17.8%)
放火（放火の疑いを含む）	4935 (17.4%)
たばこ	2970 (10.5%)
ストーブ	1427 (5.0%)
配線、配線器具、電気機器	2632 (9.3%)
火あそび	734 (2.6%)
灯火	543 (1.9%)
その他	10077 (35.5%)
合計	28372 (100%)

火災件数の多い寺院、神社、民家の火災原因を表 2-7 に示す。表 2-7 に示した火災件数には、門、塀、鐘楼などの火災も含まれる。建築物の火災に絞ると、寺院 34 棟、神社 20 棟、民家 9 棟である（表 2-8）。寺院 34 棟の中には三重塔、五重塔が含まれている。これらも除いた低層の建築物の火災棟数は 30 棟である（表 2-8）。

表 2-7 重要文化財建造物の火災の原因

	寺院	神社	民家	その他	合計
放火	16	7	0	5	28
飛火	8	11	4	0	23
類焼	1	0	2	0	3
落雷	1	1	0	0	2
火の不始末	5	2	0	2	9
その他	3	0	1	1	5
不明	3	2	2	6	13
合計	37	23	9	14	83

表 2-8 重要文化財建築物の火災の棟数

	火災件数	火災棟数	火災棟数（塔を除く）
寺院	37	34	30
神社	23	20	20
民家	9	9	9
その他	14	5	5

表 2-8 に示した寺院 30 棟、神社 20 棟、民家 9 棟を対象に、文化庁データベースを参照し、構造及び形式等の情報から判断できる範囲で個々の構造と規模を推定した。なお、火災で焼失した場合は指定解除となるために情報は公表されていない。その結果、すべて木造（伝統木造）であり、建築面積は、寺院が 29.7～208.2m²、神社が 3.3～92.5m²、民家が 79.7～221.8m² である。火災原因を表 2-9 に示す。表中には被害程度も示している。

表 2-9 重要文化財建築物の火災の原因と被害程度

	寺院	神社	民家	その他	合計
放火	13 棟（3、9、1） ※1	6（1、4、1）	0	2	21
飛火	5（0、4、1）	9（1、6、2）	4（0、4、0）	0	18
類焼	1（0、1、0）	0	2（0、0、2）	0	3
落雷	0	1（0、1、0）	0	0	1
火の不始末	5（1、4、0） ※2	2（0、0、2） ※4	0		
その他	3（0、2、1） ※3	0	1（0、1、0） ※5	3	21
不明	3（0、3、0）	2（0、2、0）	2（0、1、1）		
合計	30	20	9	5	64

※1 （）内は、順に、焦げ、焼損、焼失の棟数。以下同様。 ※2 こげ 1 件は、たばこの出火によるもの。焼損 4 件の内 3 件は、灯明、ローソク、裸火による。 ※3 焼損 2 件は、シンナー遊びで出火、鰐口紐から屋根内に延焼して出火。 ※4 焼失 2 件の内 1 件は、こたつによる。 ※5 焼損 1 件は、火を付けられた猫が床下に入り出火。

出火場所と被害程度を表 2-9-2 に示す。出火場所については、放火、飛火、類焼、落雷は外とした。火の不始末、その他の場合は状況で外か内か判断した。外で出火した事例が多い。

表 2-9-2 重要文化財建築物の火災の出火箇所と被害程度

	寺院	神社	民家
外で出火	22 (3、17、2)	16 (2、11、3)	7 (0、5、2)
内で出火	3 (1、2、0)	1 (0、0、1)	0 (0、0、0)

寺院、神社、民家以外で 5 棟の建築物の火災があるが（表 2-9）、その中には非木造が 2 棟含まれている。それぞれの火災の概略を表 2-10 に示す。N の状況は不明であるが、Y はたき火が出火の原因である。

表 2-10 非木造の火災事例

名称	用途	建築面積	階数	構造	火災原因	被害箇所	被害程度
N	官公庁舎	2341.8m ²	3	煉瓦、RC	その他	中央搭屋	焼損
Y	商業業務	1998.3	3	煉瓦、石造	火不始末	石堀	焼損

3. 伝統木造建築物の火災性状について

伝統木造建築物の火災性状を理解すべく、戦前に行われた一連の木造火災実験^{3)~11)}を参照し、その火災性状を整理する。文献 3)は東大第 1 回実験、4)は第 2 回実験、5)~11)は第 3 回実験を報告している。

一連の実験結果を基に日本家屋火災時の温度時間曲線の提案も行った。JISA1301 防火加熱曲線は 1990 年代までわが国で防火構造等を評価するのに使われた。

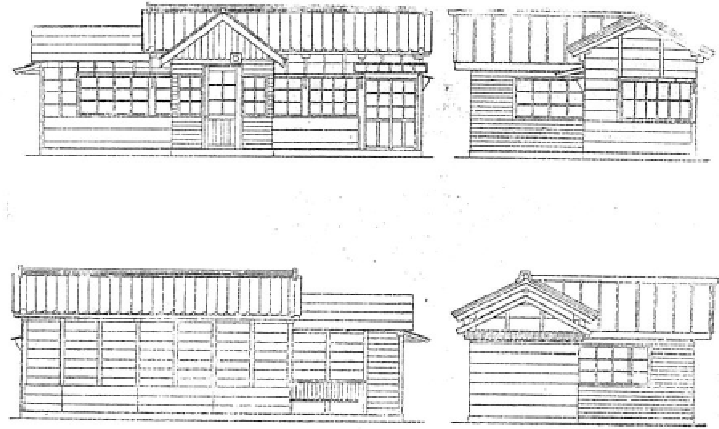
一連の実験では、供試建築物の一方の妻を付帯的に防火壁としたものもあるが、基本的には積極的な防火対策を行わない木造建築の火災性状が明らかにされている。一連の実験結果は、伝統的木造建築物の火災性状を理解し、火災抑制を考えるうえで参考になるものである。いずれも内部で着火させており、たばこ、ローソク、灯明、こたつなど火の不始末による火災進展の理解の参考になるものと思われる。なお、東大第 2 回実験では家屋から家屋への延焼の様子も観察しており、外で出火した場合の火災の進展を理解するうえで参考になる。以下に各実験の概要、記録を示し、実験の経過を整理する。

3. 1 東大第1回実験

(1) 実験概要

表 3-1 に実験の概要を示す。

表 3-1 東大第1回実験の概要

(1) 出典	内田祥三、木造家屋の火災実験に於て、建築雑誌、pp. 1649-1722、昭和8年12月
(2) 目的	木造家屋の火災温度と継続時間の計測。(日本の家屋の火災温度、火災継続時間について何らかの基準を得るためには高価な実験を多数行う必要があり、現実的に不可能。せめて実際の家が燃えている場合の温度を測ってみたいという長年の希望を実現した。将来的には、アメリカの温度時間曲線に倣い、日本の木造家屋の温度時間曲線を提案したい。)
(3) 実施者	東京帝国大学ほか
(4) 実施場所	東京帝国大学構内運動場
(5) 実施年月日	昭和8年8月28日、午前10時37分40秒点火合図、5秒後に点火。
(6) 供試家屋	
①構造	木造瓦葺、一部が垂鉛引鉄板葺。躯体木材は4.62m ³ 。比重を0.5として2310kg。
②外壁、外装	主として杉材、一部継ぎ足し部分に米杉
③開口	
④棟高、軒高	棟高：3.5m、軒高：2.68m
⑤階数	平屋
⑥階高	
⑦建築面積	29.91m ²
⑧床面積	
⑨容積	86.16m ³ 。
⑩各階室割	
⑪内壁、内装	
⑫収納可燃物	住宅に存在するタンス、本箱、机などの収納可燃物に相当する木材、紙、畳など1236kg。41.3kg/m ² 。仮想物置中の木材500kgを除けば24.6kg/m ² 。
⑬図面	 図 3-1 立面図（上段左：正面、上段右：右面、下段左：背面、下段右：左面）

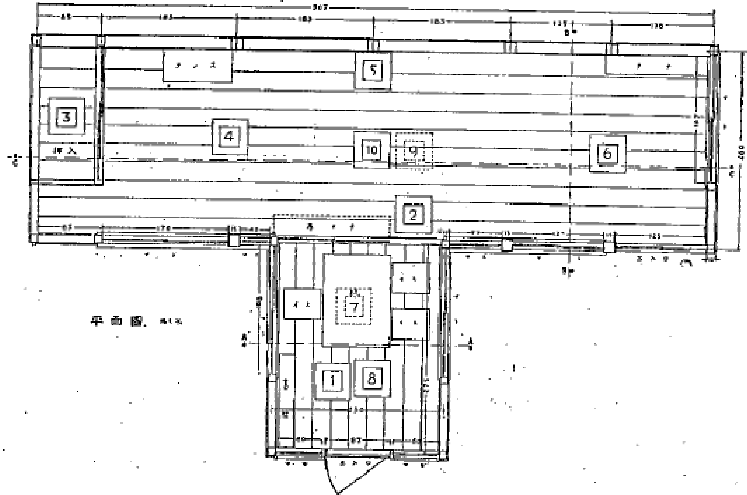
	 図 3-2 平面図 (□は熱電対位置、1～6 : 床上 1.35m、7, 9 : 0.02m、8, 10 : 2.35m)
(7) 気象条件	天候 : 、温度 : 、湿度 : 、風向 : 北 (午前 10 時)、南 (午前 11 時)、風速 : 無風 (点 火直前)、3.8m/s (午前 11 時)
(8) 測定項目	温度、目視観察、戸外温度、風向風速、延焼距離 (輻射の影響)、映像 (キャビネ、 ライカ、16 ミリ)

表 2-1 の重要文化財建築物の建築面積と比較すると、東大 1 (29.91m²) < 平均的な神社 (38.8m²) である。供試建築物は比較的小規模な文化財建築物に相当する。

(2) 火災の経過

表 3-2 に火災の経過を示す。内部で着火させており、たばこ、ローソク、灯明、こたつなどが原因で火災になった場合の火災の進展を知る参考になるものと思われる。表中の網掛け部は、火災の節目を把握するのに特に参考になる記録である。これらの記述を手掛かりに、出火時を起点に、初期消火が可能な時間、外部から火災を覚知できる時間、外装が燃え出す時間等を判断した。

表 3-2 火災の経過

00:00	・物置 (図 3-2 押入?) の中央に石油 2 升 (3.6 リットル) を振り掛け、窓外より 点火棒で着火。(後日談として、石油右 2 升は多過ぎた。)
00:00～	・火勢著しく、観察不能、直ちに室外に。 ・窓隙間煙突孔より煙出始める。
01:00	・軒下及び左側妻より白煙出始める (背面からの観察)。 ・窓より黒煙出始める (右側からの観察)。 ・黒煙が上る (左側からの観察)。
02:00	・窓隙間煙突孔からの煙量を増す。 ・軒下及び左側妻より黒煙 (背面からの観察)。 ・家屋が灰色煙に包まれる (左側からの観察)。

03:00	・窓より火炎出始める。 ・軒下及び左側妻からの黒煙拡大（背面からの観察）。 ・窓より火炎出始める（右側からの観察）。 ・灰色煙継続（左側からの観察）。
04:00	・窓ガラス溶け始める。 ・軒下及び左側妻より火炎出始める（背面からの観察）。 ・妻より火炎出始める（右側からの観察）。 ・白煙に包まれる（左側からの観察）。
05:00	・軒下より火炎出始める。 ・鉄板屋根軒下より黒煙出始める。軒下の火炎盛となる（背面からの観察）。 ・妻の火炎が大きくなる（右側からの観察）。 ・妻より火炎が出始める（左側からの観察）。
06:00	・火炎次第に広がる。06:00～08:00 で最高温度。1100℃を越す所もある（図 3）。最高温度の時刻は、戸内に充満した火炎及び煙が壁体の一部を燃え抜いて外部に猛烈な勢いで噴出しようとするときに相当。 ・白煙が瓦の隙間から出始める（背面からの観察）。 ・入口部の壁が燃え始める（右側からの観察）。 ・羽目より火炎が吹き始める（左側からの観察）。
07:00	・羽目全部焼け落ちる。屋根一部焼け落ちる。外壁や屋根等の部分的焼失によって内外の通路が得られると温度は下降し始める。 ・羽目盛んに燃える。屋根所々落ちる（背面からの観察）。 ・窓下の壁が燃える（右側からの観察）。 ・火炎が拡大し、輻射熱が著しい。
08:00	・軒落ちる。 ・壁大部分火炎となる（背面からの観察）。 ・入口部軒下の火炎盛。窓ガラスが溶ける。妻が燃え落ちる（右側からの観察）。 ・全部火炎となる。庇が焼け落ちる（左側からの観察）。
09:00	・木骨現れ始める。 ・屋根に大穴開く。羽目大部分落ちる（背面からの観察）。 ・羽目が8割燃え落ちる（右側からの観察）。 ・羽目が全部焼け落ちる。右方に傾く（左側からの観察）。
10:00	・下火となり始める。 ・瓦約半分が落ちる。木骨のみになる（背面からの観察）。 ・炎が家屋の内部に向かう（右側からの観察）。 ・火勢が減じ始める。木骨のみ残る（左側からの観察）。
11:00	・木骨のみとなる。軸組だけとなると 600℃以下。 ・内部の燃料が盛んに燃える（背面からの観察）。 ・木骨が盛んに燃える（右側からの観察）。 ・入口上部鉄板屋根より火炎吹く（左側からの観察）。
12:00	・入口上部鉄板落ちる。 ・内部の盛んな燃焼継続（背面からの観察）。 ・横架材が落ち始める（右側からの観察）。

13:00	・垂木落ちる。 ・軒先落ちる（背面からの観察）。 ・垂木が落ち始める（右側からの観察）。
14:00	・倒壊。倒壊後は天井近くを除いて 350℃を出るものはない。 ・倒壊（背面からの観察、右側からの観察、左側からの観察）。
21:00	・青白色の煙 6 割、火炎 4 割
38:13	・注水。

(3) 火災温度その他

最高温度が 1130℃で、最高温度の継続時間は短い。1000℃以上の継続は長いもので約 2 分、800℃以上は 7～8 分。天井付近が最も高く、室中ほど、床付近と続く。最高温度付近は、高部（8、10）は 1078～1128℃、平均 1103℃、中部（1～6）は 952～1130℃、平均 1024℃、低部（7、9）は 670～711℃、平均 691℃。家具、造作、壁下見板の順に燃える。下見板が焼け落ちる段階では温度が著しく下がってくる。本実験では約 10 分。約 14 分で倒壊。300～400℃くらいで燃焼継続。実験前後の風速は 2m/s、実験中は 3m/s 以上。大火事には旋風。

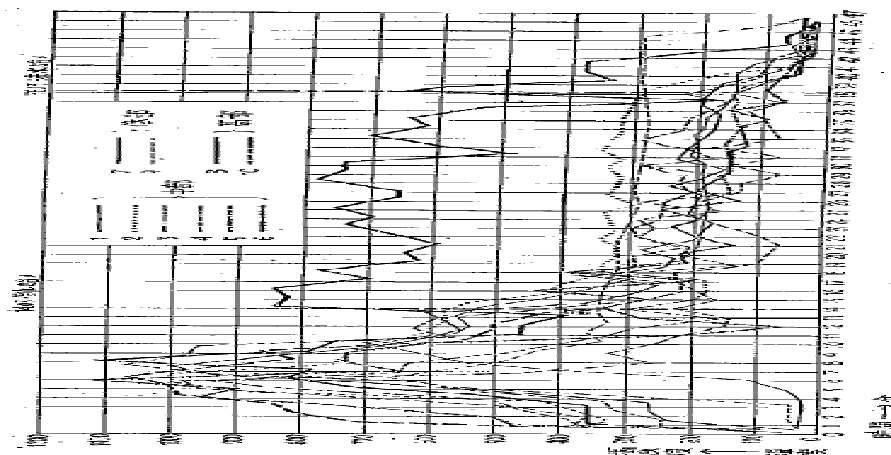


図 3-3 各点（図 3-2）の温度

3. 2 東大第2回実験

(1) 実験概要

実験の概要を表 3-3 に示す。

表 3-3 東大第2回実験概要

(1) 出典	内田祥三、木造家屋の火災実験に於て、建築雑誌、pp. 405-469、昭和 10 年 4 月
(2) 目的	木造家屋の火災温度と継続時間の計測。(日本の家屋の火災温度、火災継続時間について何らかの基準を得るためには高価な実験を多数行う必要があり不可能。せめて実際の家が燃えている場合の温度を測ってみたいという長年の希望を実現した。)
(3) 実施者	東京帝国大学ほか
(4) 実施場所	東京帝国大学構内運動場
(5) 実施年月日	昭和 9 年 8 月 25 日、午後 1 時ちょうどに点火
(6) 供試家屋	
① 構造	木造 3 棟 (Ⅰ～Ⅲ号)。小屋組み等使用木材はⅠ+Ⅱ号 15.606m ³ 、Ⅲ号 8.813m ³ 。平均比重 0.5。Ⅰ+Ⅱ号各 7.8030 トン、Ⅲ号 4.4065 トン。
② 外壁、外装	下見板張り、板張り (外壁一面はなまこ壁であったが、剥離して板張りとした。)
③ 開口	
④ 棟高、軒高	棟高：6m、軒高：4m
⑤ 階数	3 棟とも平屋
⑥ 階高	
⑦ 建築面積	Ⅰ+Ⅱ号：57.86m ² 、Ⅲ号：34.71m ²
⑧ 床面積	
⑨ 容積	Ⅰ+Ⅱ号は 270m ³ 、Ⅲ号は 162m ³
⑩ 各階室割	
⑪ 内壁、内装	
⑫ 収納可燃物	各棟に、棚、ダンス、机などを想定して木片 90.5kg、書籍などを想定して紙 196kg、布団 52kg、衣服類 135kg。畳は、Ⅰ+Ⅱ棟に畳 369kg、Ⅲ棟に 226kg。仮想物置中の木材 90kg?を除くと 20.8kg/m ² 。
⑬ 図面	図 3-4 立面図 (上段左：Ⅰ+Ⅱ号南面、中：東面、下段左：Ⅰ+Ⅱ号北面、中：西面、上段右：Ⅲ号南面、下段右：Ⅲ号北面)

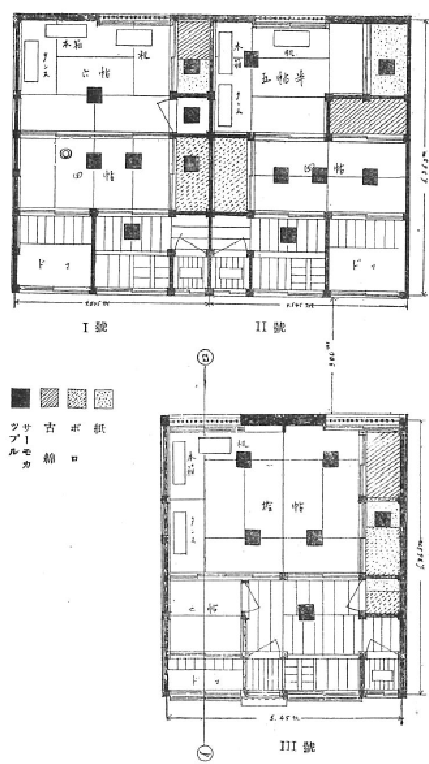
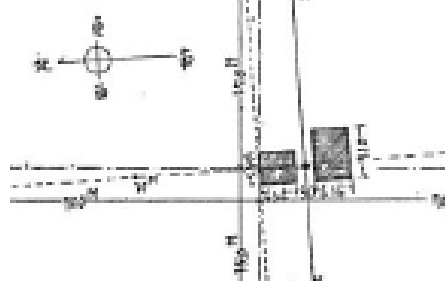
	 図 3-5 平面図（上段：Ⅰ、Ⅱ号、下段：Ⅲ号）
	 図 3-6 配置図 （右：Ⅰ（上）＋Ⅱ（下）号、左：Ⅲ号。隣棟間隔は3m。Ⅰ内で点火。）
(7) 気象条件	天候：薄曇り、温度：26.4、湿度：63%、風向：東南、風速：2.5m/s
(8) 測定項目	温度（20点。室内19点、隣棟間1点）、観測、風速、輻射熱（大山式日射計）、延焼距離（立て板使用）、電線焼損による漏電の可能性、映像（キャビネ、ライカ、16ミリ）

表 2-1 の文化財建築物の建築面積と比較すると、平均的な神社(38.8m²) < 東大 2(57.86m²) < 平均的な寺院(99.9m²) である。

(2) 火災の経過

火災の経過を表 3-4 に示す。内部で着火させており、たばこ、ローソク、灯明、こたつなどが原因で火災になった場合の火災の進展を知る手掛かりになるものと思われる。表中

の網掛け部は、火災の節目を把握するのに特に参考になる記録である。これらの記述を手掛かりに、出火時を起点に、初期消火が可能な時間、外部から火災を覚知できる時間、外装が燃え出す時間等を判断した。

表 3-4 火災の経過

00:00	I 号家屋襖に蠟燭の火を倒して点火。
00:00～	・襖の紙に燃え移る（内部での観察）。
00:22～00:23	・自然鎮火のおそれのない状態（内部での観察）。
01:00	・襖の火は天井板をあぶる。目にしみるような煙（内部での観察）。 ・薄い煙が北側軒下に出る。
01:00～	・襖後方の木材等に燃え移る（内部での観察）。
02:00	・火熱と臭気で内部に居れない状態。手緩い方法では消火し得ない程度（内部での観察）。
02:30	・両妻及び屋根瓦の間より白煙を噴く。
～05:00	01:00 で天井板に移った火は、小屋裏に入り、壁で仕切られたⅡ号に燃え移る。
05:00～06:00	・黒煙が濛々と天に上がる。
06:30	・火炎が外部に現れる。黒煙がますます盛んになる。
08:00～10:00	・火炎が次第に盛んになる。最高温度は 08:42 に現れる。黒煙がやや衰える。東側妻の上部羽目板落ち、トラスが現れる。
10:30～11:00	・東側トラスの一部が焼け落ち、屋根瓦も崩れ始め、Ⅱ号の火炎が次第に盛んになる。最高温度は 12:33 で出現。
13:00～14:00	・屋根はほとんど軸部のみ。壁面も大部分焼け落ちる。Ⅲ号より薄い湯気状のものが立ち始める。
14:00～15:00	・旋風が起こる。諸所に渦巻。
17:00	・Ⅰ、Ⅱ号の軸部一部崩壊。
19:15	・Ⅲ号家屋南側窓脇の羽目板に接炎ではなく輻射熱で引火し、たちまち燃え広がる。
23:00～26:30	・Ⅲ号が最も激しく燃焼。南側、東側、西側、北側の順に燃える。旋風が度々起こる。最高温度は 26:08。Ⅲ号家屋は火の回りも火勢もⅠ、Ⅱ号より急激だった。
25:30	・Ⅰ号、Ⅱ号は全部倒壊。
27:00～28:00	・Ⅲ号の火勢は急に衰える。軸部は大部分が露出。
34:15	・軸部全部倒壊。
40:00	・実験終了。
02:40:00	・注水。
05:30:00	・完全鎮火。

(3) 火災温度その他

発火後の温度の上がり方は周りから自由に空気が入ってくる木造家屋では非常に急激。天井に火が移ってから 1、2 分で温度は急上昇。Ⅰ号は 8、9 分で、Ⅱ号は 12、13 分で最高温度。Ⅲ号は引火後 5、6 分で最高温度。室内（小屋内を除く）最高温度の平均はⅠ号は 864℃、Ⅱ号は 868℃、Ⅲ号は 986℃。2m 高さでは、753℃、864℃、1048℃。小屋内の最高

温度は 1217℃。1000℃以上継続時間は最長で 3 分 50 秒。800℃以上は 5、6 分程度。ピークから 500℃までの下降は急激。500℃以降は徐々に、400℃まで 1 時間。

蠟燭が襖に燃え移り、天井上まで這い上がって火勢を整えるまでの数分が消火の観点から重要な時間である。

I、II 号から 4m 離れていても風下の場合は燃え、風上の場合でも板は黒く変色。8m のものは少し変色。微風では 10m 離れていれば引火の危険はない。風があれば話は別である。

防火壁の構造は 5 分で 1000℃に達し、10 分間そのような温度に耐え、注水の急冷に抵抗し得るものであれば目的に適う。床付近のものは 300～400℃に 1 時間くらい耐えることも必要。

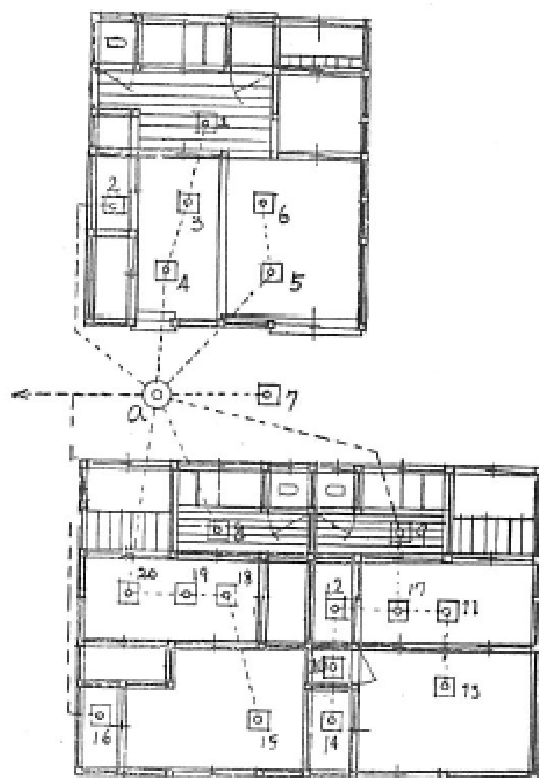


図 3-7 熱電対位置

(I 号 : 9 (床上 2m)、10 (小屋裏)、11 (床上 2m)、12 (床上 1.8m)、13 (床上 2m)、14 (床上 1.8m)、17 (床上 0.15m)、II 号 : 8 (床上 2m)、15 (床上 2m)、16 (床上 1.8m)、18 (床上 0.15m)、19 (床上 2m)、20 (床上 2.4m)、III 号 : 1 (床上 2m)、2 (床上 2m)、3 (床上 0.15m)、4 (床上 1.25m)、5 (床上 2m)、6 (小屋裏)、隣棟間 : 7 (2.4m))

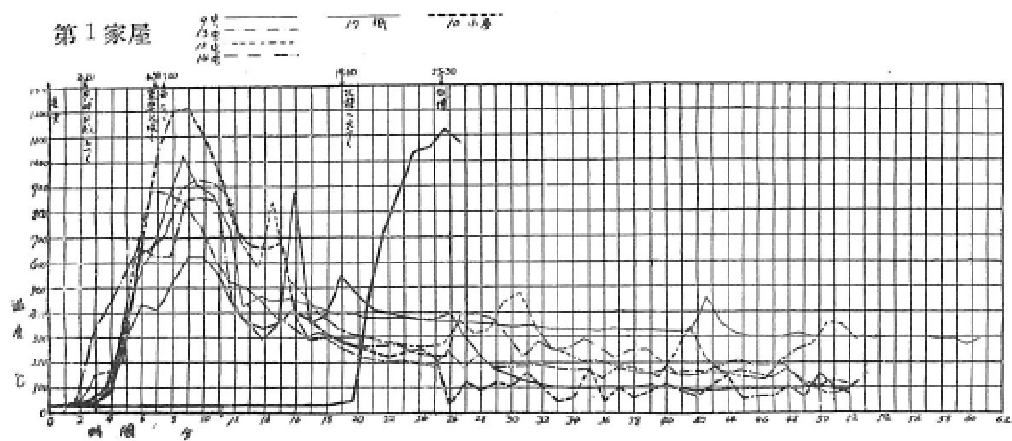


图 3-8 I 号各点温度

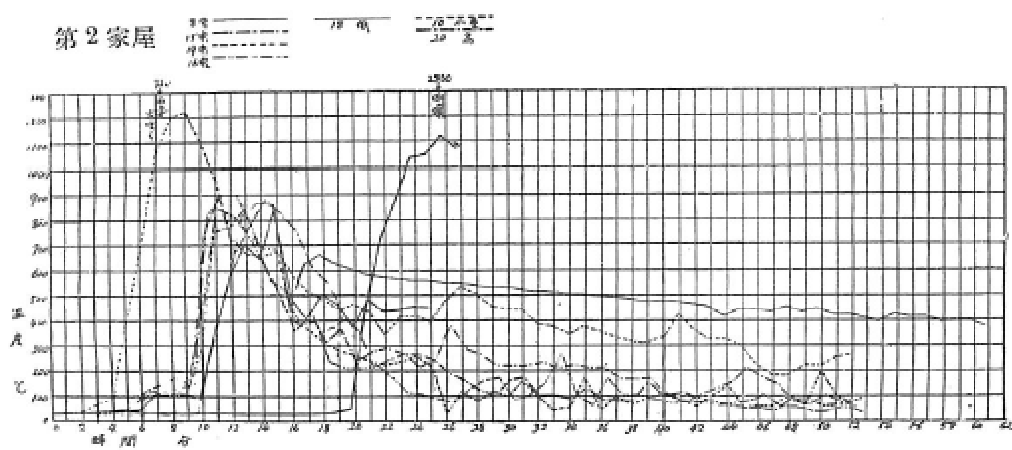


图 3-9 II 号各点温度

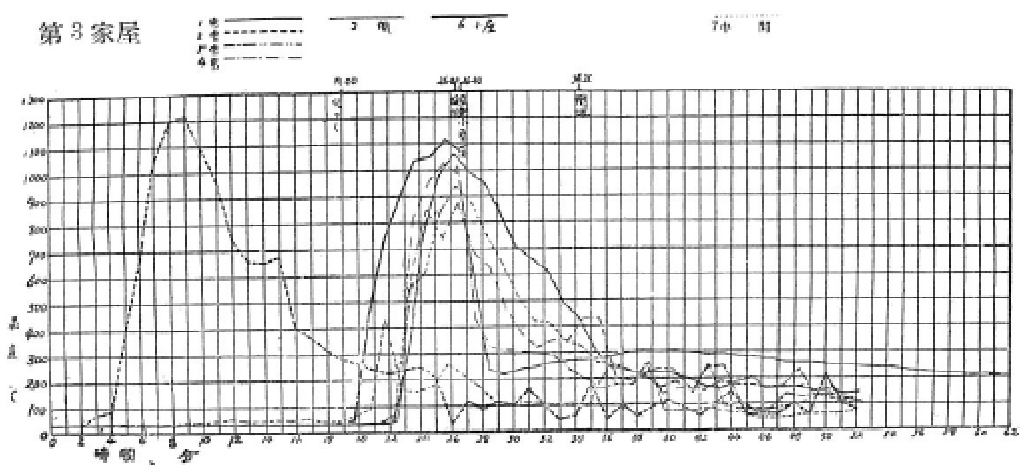


图 3-10 III号各点温度

3. 3 東大第3回実験（その1）

(1) 実験概要

実験の概要を表 3-5 に示す。

表 3-5 火災概要

(1) 出典	内田祥三、木造家屋の火災の本質、特に 2 階建の場合に就て、建築雑誌、第 53 巻、第 651 号、pp. 761-778、昭和 14 年 6 月
(2) 目的	木造 2 階建て家屋の火災温度と高温度の継続時間を調査すること。
(3) 実施者	東京帝国大学、内務省計画局と共同で実施
(4) 実施場所	東京市月島第 6 号地
(5) 実施年月日	昭和 13 年 5 月 21 日、午後 3 時 21 分点火
(6) 供試家屋	
①構造	木造瓦葺大壁造り（明治 21 年に寄宿舎として本郷の東京帝国大学構内に新築された家屋の一部払い下げを受け、多少の修理を加えて月島に移築）。杉材 54.148m ³ 、松材 11.017m ³ 、檜（なら）0.086m ³ 、平均比重 0.5、可燃物量は 32.625 トン。
②外装	下見板張り。一方の妻には簡易な防火壁（メタル、ラス、モルタル）。家屋が吹きさらし状態で燃えるより防火壁で空気供給を遮断し温度上昇が抑制されるならば、防火壁の設計を多少低い温度で行えるかもしれない。また、防火壁が延焼防止の目的を達しうるか、調べる。
③開口	
④棟高、軒高	12m、
⑤階数	2 階建て
⑥階高	3.6m
⑦建築面積	
⑧床面積	1 階：18.61m ² ×4 室、廊下 16.56m ² 、計 91m ² 、2 階：37.22m ² ×4 室、廊下 16.56m ² 、計 91m ²
⑨容積	948m ³
⑩各階室割	1 階は中廊下で 4 室、2 階は片廊下で 2 室
⑪内壁、内装	羽目板張り及び漆喰塗、床板 2.5cm。壁、床、天井ともに大部分は板張り。防火壁に隣接していない 1 室は 1 階、2 階ともに壁及び天井を漆喰塗。ここを発火室。
⑫収納可燃物	事務所と想定。各室に机、本棚、椅子等の家具類、紙類。不足分は木片を通路に設置。17.4kg/m ² が 5 室、8.7kg/m ² が 1 室。可燃物総量は 2.475 トン。

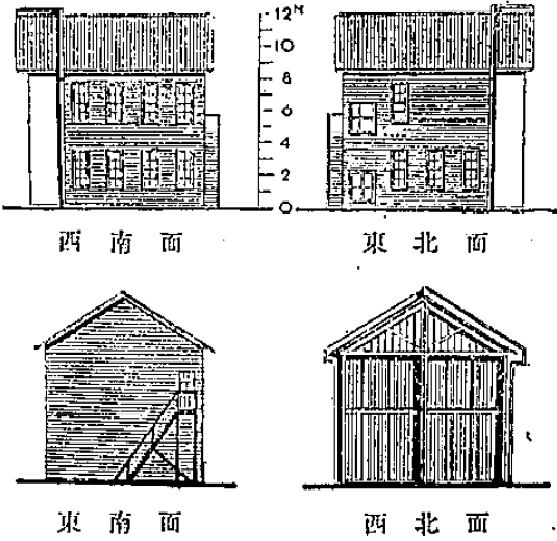
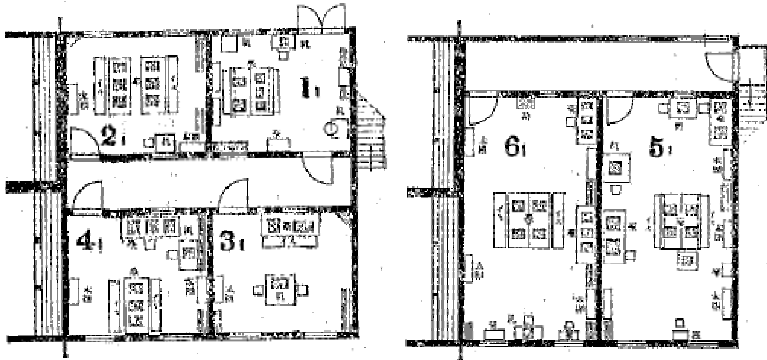
⑬図面	 図 3-11 立面図
	 図 3-12 平面図（左図：1階、右図：2階）
(7) 気象条件	天候：曇少雨、温度：15.7℃、風向：東、東南東、風速：2.3m/s
(8) 測定項目	温度（小屋裏、床上、天井下、防火壁）、輻射熱、気温、風向、風速、延焼距離、ガス毒性

表 2-1 の文化財建築物の建築面積と比較すると、平均的な神社 (38.8m²) < 東大 3 (91m²) < 平均的な寺院 (99.9m²) となる。供試建築物は平均的な寺院の規模をやや下回る程度のものである。

(2) 火災の経過

火災の経過を表 3-6 に示す。内部で着火させており、たばこ、ローソク、灯明、こたつなどが原因で火災になった場合の火災の進展を知る参考になるものと思われる。表中の網掛け部は、火災の節目を把握するのに特に参考になる記録である。これらの記述を手掛かりに、出火時を起点に、初期消火が可能な時間、外部から火災を覚知できる時間、外装が燃え出す時間等を判断した。

2 階 5 室に小型焼夷弾を置いて午後 2 時 35 分に点火したが、焼夷弾は猛烈な燃焼で室内一面に火花を散乱、煙を充満させた。数分後に煙がおさまったところで観察すると、焼夷弾を置いた場所の直径 50cm 位の床板が焼けつつあった。床下天井の一部にも点火していたようだった。これらの他に 3 か所で発火していた。いずれも盛んに燃え出すことなく、点火後 19 分には火勢は衰え、24 分には床上の炎が消え、27 分には火災にならないことを確認した。火災に至らなかったのは、火災室の周囲の壁、天井とも漆喰塗だったこと、骨太の建築物で床板も正八分と分厚かったこと、飛沫が燃焼しやすい収納物に着床しなかったことなどが考えられる。次いで午後 3 時 21 分に再度実験を行った。火災の経過を表 3-6 に示す。

表 3-6 火災の経過

	2 階 5 室 (火災室)	2 階 6 室	1 階 1 室	外部
00:00	2 階 5 室の隣室境の間仕切り壁に接して置いてあった机の下の燃料に少しばかり石油をかけてマッチで点火。最初に焼夷弾を用いたが火が着かなかった。開口は閉めた状態。			
02:30	机上ボール紙に点火。			
08:30				・ 薄い煙が 2 階窓から出る。 ・ 軒下より薄い煙を目視。
10:00	室上に煙立ち込める。煙層高さ 1.55m。	煙が点火室から漏れてくる。		
～12:30	黒煙が盛んに立ち上る。煙層がはっきりわかる。煙層高さ 1.5m。			
14:30	窓際に木片を積み上げて点火。	活発に煙が侵入。	何かが燃えるような音。	
18:00	上げ下げ窓を 45cm 程開ける。煙層高さ 1.25m。			
18:00～	窓を開けると炎は次第に延びる。火事らしい状態。			
20:00	火災らしくなる。	煙ますます盛ん。隣室で盛んに木のはじける音。	かなり焦げ臭い。	・ 中の炎が窓から見える。 ・ 2 階廊下に煙が立ち込める。 ・ 2 階の開放した出入り口の上半分より煙が出てくる。
25:00	燃焼盛ん。	煙が充満。観測困難。発火室との境の巾木のところに炎。	盛んに物が燃える音。	
26:00	もう一つの窓を 60cm 程開ける。			・ 屋根上部より黒灰色煙盛んに発生。

29:00	盛んに燃焼する。	天井裏の約3分の1炎。天井の隙間から炎を目視。	天井の隙間から火の粉が落下。室内に居て何ら危険を感じるには至らず。	
33:00				・屋根及び軒下からの煙猛烈。
35:00	天井裏、床下ともに真紅。危険を感じる。	庇から火を噴き出す。	天井の火が一時に広がり始め、約1m角。次第に下降。	・軒先から炎が外部に噴出。 ・板壁の破れ目から内部の火災を認める。 ・ぱちぱち燃える音盛ん。
36:00				・軒先の炎大きくなる。 ・中央左側屋根火災。
38:00				・2階中央右窓脇に炎上がる。ガラス落下音盛ん。 ・黒煙上昇、その高さ家屋の3倍。2階上部一面火の海。下見板焼け落ち、所々黒色の軸部。火の粉盛んに飛ぶ。 ・屋根左半分炎に包まれ、軒下に火が見える。火勢猛烈、瓦落下。2階上部の下見板剥げ落ち中に火炎見る。
41:00～44:00				・防火壁のある家屋左側の側面より煙が盛んに出る。 ・防火壁で遮られる部分は全部炎。 ・小屋及び左側全部は火炎に包まれる。 ・屋根右半分所々落下、穴が開く。小屋組は残る。2階床、1階天井落下。
46:00～47:00				・梁落ち、大きい火の粉飛ぶ。 ・右半分の屋根一塊となり落下。左半分は軸部見る。木のはじける音盛ん。 ・2階屋根及び1階右半分炎。大音響で床落下。
50:00～52:00 (47:30-49:30)				・階上の柱、軸組倒れ始める。軸部総崩れ。 ・階下右半分より黒煙。階下右半分に延焼。 ・開口部すべてから炎と煙盛んに出る。屋根軸組が落下。
55:00 (52:30)				・2階軸組全くなし。 ・階下右半分盛んに燃える。
61:00 (58:30)				・防火壁以外は全部崩壊。火勢は相当猛烈。
76:00 (73:30)	観測終了			

(3) 火災温度

点火室が火事らしくなるのに約 20 分。温度が急激に上昇し始めてから最高温度に達するまでの時間は早いもので 2～3 分、たいていは 5～10 分。最高温度に達するまで 40 分乃至 50 分。最高温度は 1 階天井の 1328℃。1 階軸組の崩壊までに 61 分。

窓を開けると盛んに燃え出したが、木造でも漆喰塗室内では鉄筋コンクリート実験と似たようになる。

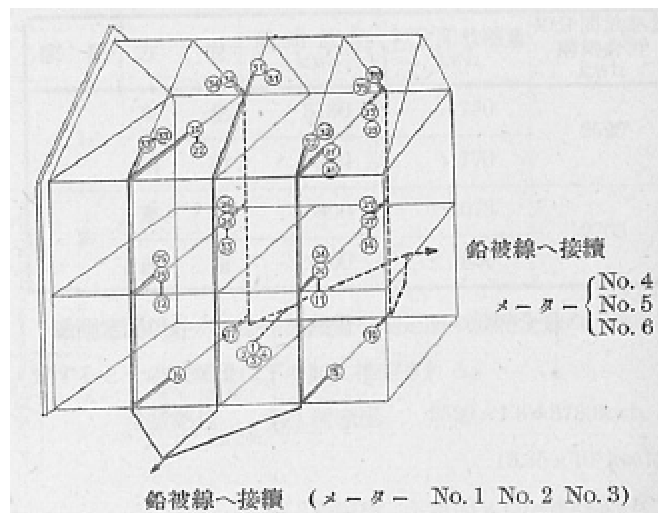


図 3-13 温度測定位置

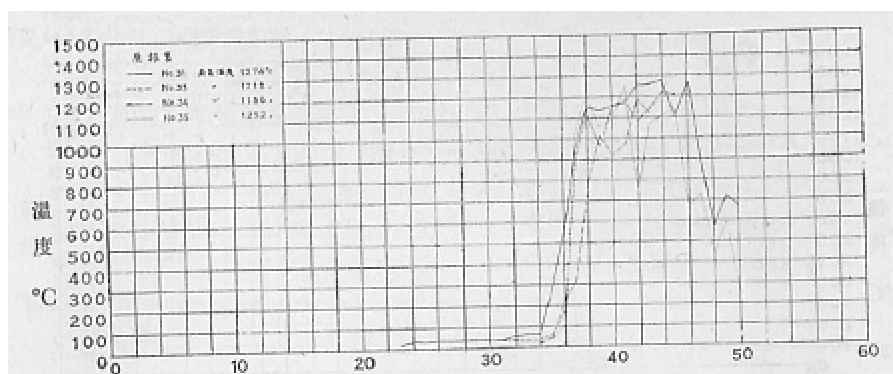


図 3-14 小屋裏温度

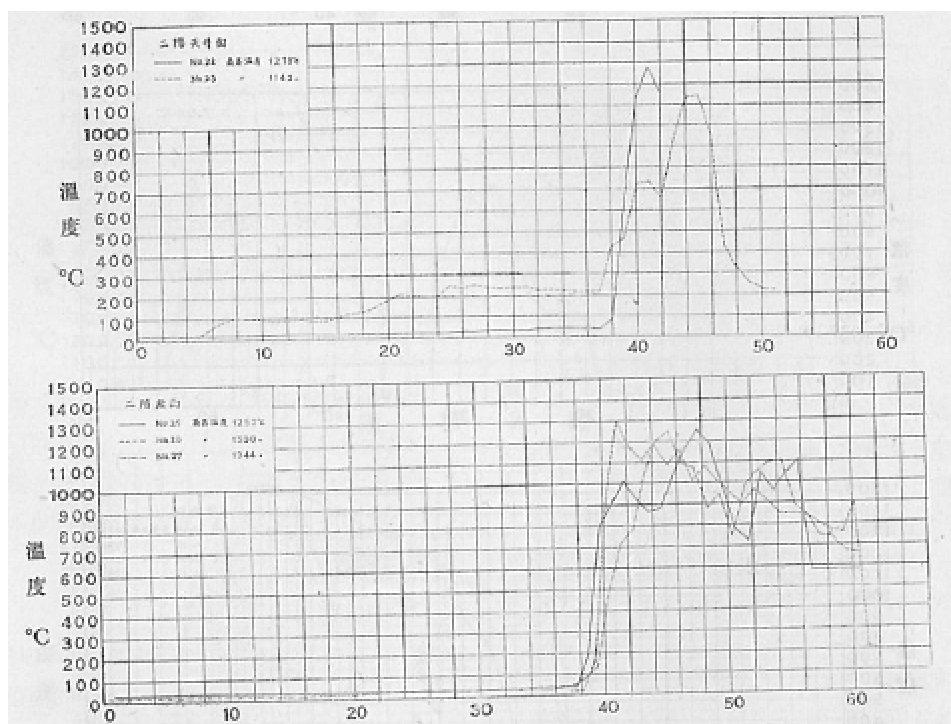


图 3-15 2 階温度 (上图：天井面、下图：床面)

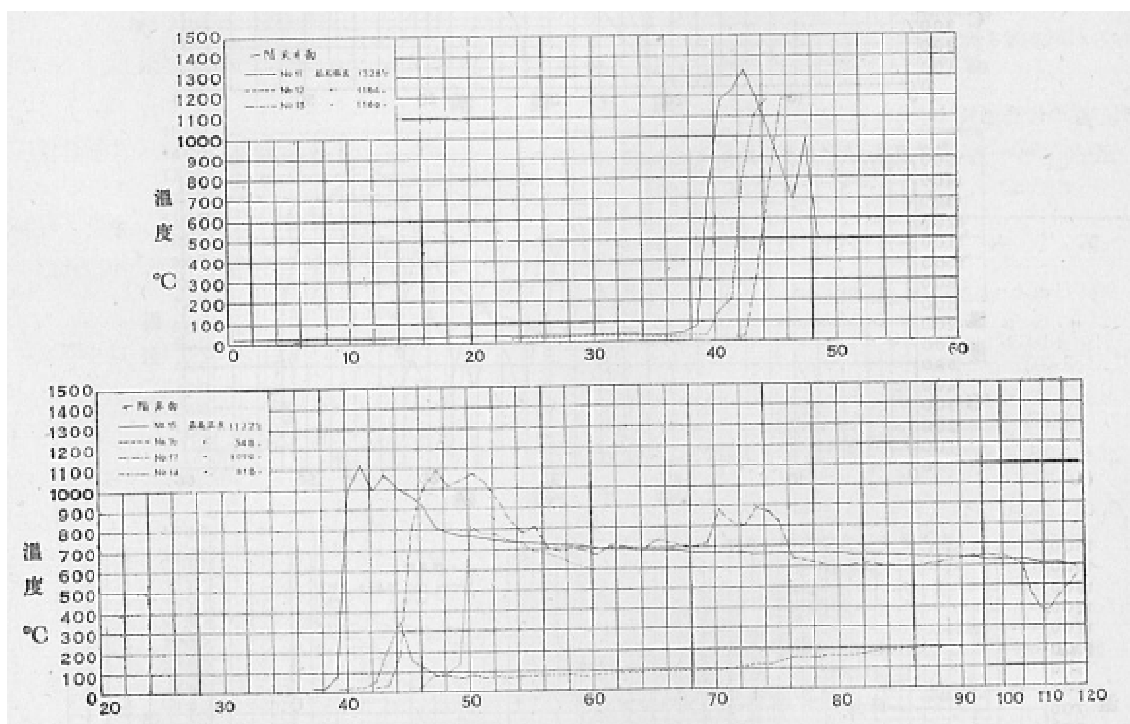
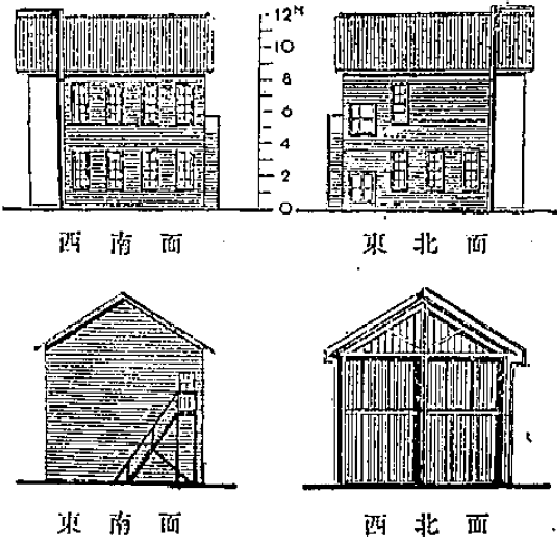


图 3-16 1 階温度 (上图：天井面、下图：床面)

3. 4 東大第3回実験（その2）

(1) 実験概要

表 3-7 実験概要

(1) 出典	内田祥三、木造家屋の火災の本質、特に2階建の場合に就て、建築雑誌、第53巻、第651号、pp. 761-778、昭和14年6月
(2) 目的	木造2階建て家屋の火災温度と高温度の継続時間を調査すること。
(3) 実施者	東京帝国大学、内務省計画局と共同で実施
(4) 実施場所	東京市月島第6号地
(5) 実施年月日	昭和13年6月22日、午後2時10分。
(6) 供試家屋	
①構造	木造瓦葺大壁造り（明治21年に寄宿舎として本郷の東京帝国大学構内に新築された家屋の一部払い下げを受け、多少の修理を加えて月島に移築）。一部出入口を除いて第1回実験と同様の構造、規模。可燃物量は33.335トン。
②外装	下見板張り
③開口	
④棟高、軒高	12m、
⑤階数	2階建て
⑥階高	3.6m
⑦建築面積	
⑧床面積	1階：18.61m ² ×4室、廊下16.56m ² 、計91m ² 、2階：37.22m ² ×4室、廊下16.56m ² 、計91m ²
⑨各階室割	1階は中廊下で4室、2階は片廊下で2室
⑩内装	羽目板張及び漆喰塗、床板2.5cm
⑪収納可燃物	各室に机、本棚、椅子等の家具類、紙類。不足分は木片を通路に設置。25.0kg/m ² が1室、17.4kg/m ² が4室、40.0kg/m ² が1室。可燃物総量は3.2トン。
⑫図面	 図 3-17 立面図

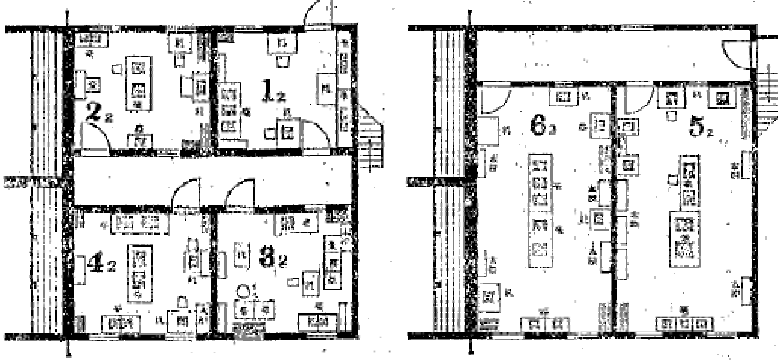
	 図 3-18 平面図（左図：1 階、右図：2 階）
(7) 気象条件	天候：快晴、温度：23.9℃、風向：東南東、風速：2.9m/s
(8) 測定項目	温度（小屋裏、床上、天井下、防火壁）、輻射熱、気温、風向、風速、延焼距離、ガス毒性

表 2-1 の文化財建築物の建築面積と比較すると、平均的な神社 (38.8m²) < 東大 3 (91m²) < 平均的な寺院 (99.9m²) となる。平均的な寺院をやや下回る規模の文化財建築物に相当する。

(2) 火災の経過

火災の経過を表 3-8 に示す。内部で着火させており、たばこ、ローソク、灯明、こたつなどが原因で火災になった場合の火災の進展を知る参考になるものと思われる。表中の網掛け部は、火災の節目を把握するのに特に参考になる記録である。これらの記述を手掛かりに、出火時を起点に、初期消火が可能な時間、外部から火災を覚知できる時間、外装が燃え出す時間等を判断した。

表 3-8 火災の経過

	1 階 1 室(火災室)	1 階 3 室	2 階 5 室	外部から
00:00	中型の焼夷弾を置いて発火。			
00:00～	焼夷弾は猛烈な火花を散らして燃焼し、火花は多少室外にも飛び出す。			
01:20				・ 発火室内より煙が出る。
01:30		煙が入ってくる。	爆発音を聞く。	
02:30	本立てが飛沫を浴びて燃え出し、 一挙に火災となる。	盛んに煙が入ってくる。	扉の隙間から白煙が少し入ってくる。	
12:00～14:00				・ 2 階右端の窓からも煙が出る。 ・ 右側 1 階窓より煙。 ・ 室内に炎を見る。

12:30		煙が室内に充満。	黒煙が床を通して上昇し始め、次第に室上方で層を成す。	
14:00	扉が盛んに燃烧。			・窓枠に着火。
14:30			煙層高さは床上1.5m。	
14:40	天井に一部が落下。			
15:00		天井に火炎が現れる。		
16:00	天井がばらばらと落ちてくる。		黒煙充満。	・2階右端の窓から猛烈に煙。屋根からも茶色の発煙。 ・1階窓からの煙とともに壁に沿って上昇。 ・炎は1階左窓及び出入り口で盛ん。ガラスの割れる音。室内は火炎でいっぱい。
19:30				・屋根及び妻より炎を噴き出す。
19:30～				・妻の炎次第に下り、火勢猛烈。
20:00				・屋根右端妻部分より炎。
21:00				・妻の一部落下。 ・軒端、1階右側出入り口付近で火炎。火の粉飛ぶ。
22:00				・妻からの火炎次第に大。軒下から黒煙盛ん。窓から炎出る。 ・上部分半分は火炎。
26:00～28:00				・炎が家屋全体に。軸組は全部階中に現れる。 ・火勢が最も盛ん。 ・階上、階下すべて火。屋根瓦落下。
31:30				・屋根一時に崩壊。
36:00				・2階軸組柱を残して崩壊。
39:00				・2階一時に崩れる。
40:30				・東側1階軸組崩れ始める。
41:30				・1階はすべて崩れる。
65:00	観測終了			

(3) 火災温度その他

2階から出火した第1回実験に比べて火の回りが早かった。第1回実験では火事らしくなるのに20分を要したが、今回は1分ほどで火事らしくなった。各署の温度が上昇し始めるまでの温度に20分の差があるので、火事らしくなってからの時間には大差がないことになる。

各所の最高温度は第2回のほうが多少高かったが、大体においては同様であった。各所の温度が急激に上昇し始めて最高温度に達するまでの時間は早いものは2～3分、大体は5～10分であった。1000℃以上の継続時間は10分、800℃以上は15分、600℃以上は20分程度。1階床付近温度は特に長く高温を持続。2階の実験とともに1階軸部崩壊後1時間を経ても600～700℃の高温を保つところもあった。建築物直下の地表、地下15cmの温度を

計測した。地中温度は実験時間中ほとんど変化しなかった。地表温度も相対的に低く、第1回実験で最高 280℃、第2回実験で 100℃を超えることはなかった。

第1回、第2回実験から、発火場所が1階であっても2階であっても、火はまず上昇して小屋裏に入り、屋根から燃焼を始める。窓などを開けると火勢は急激になる。火災初期に煙層を形成するが、次第に降下してくる。2階から引火した場合は、2階がかなり燃えてから1階天井から降りてきて、初めて危険に気付く。

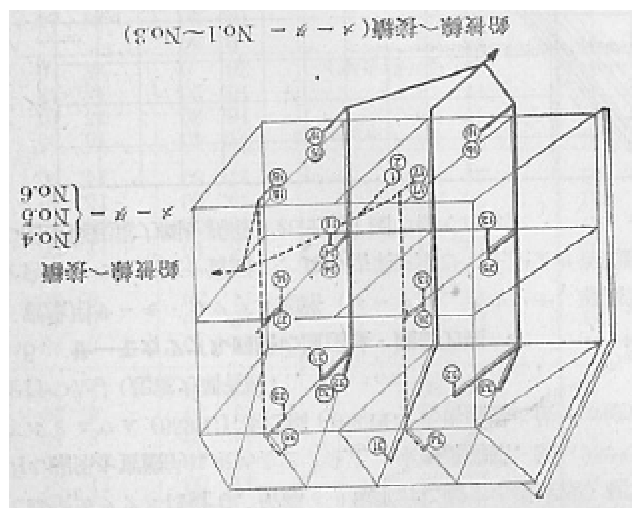


図 3-19 温度計測点

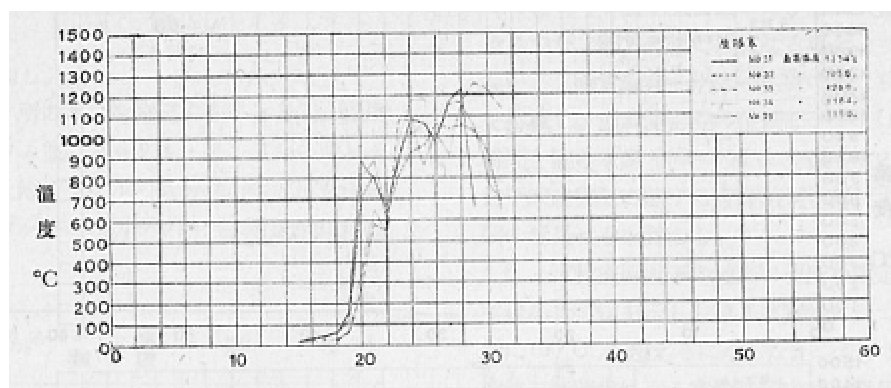


図 3-20 小屋裏温度

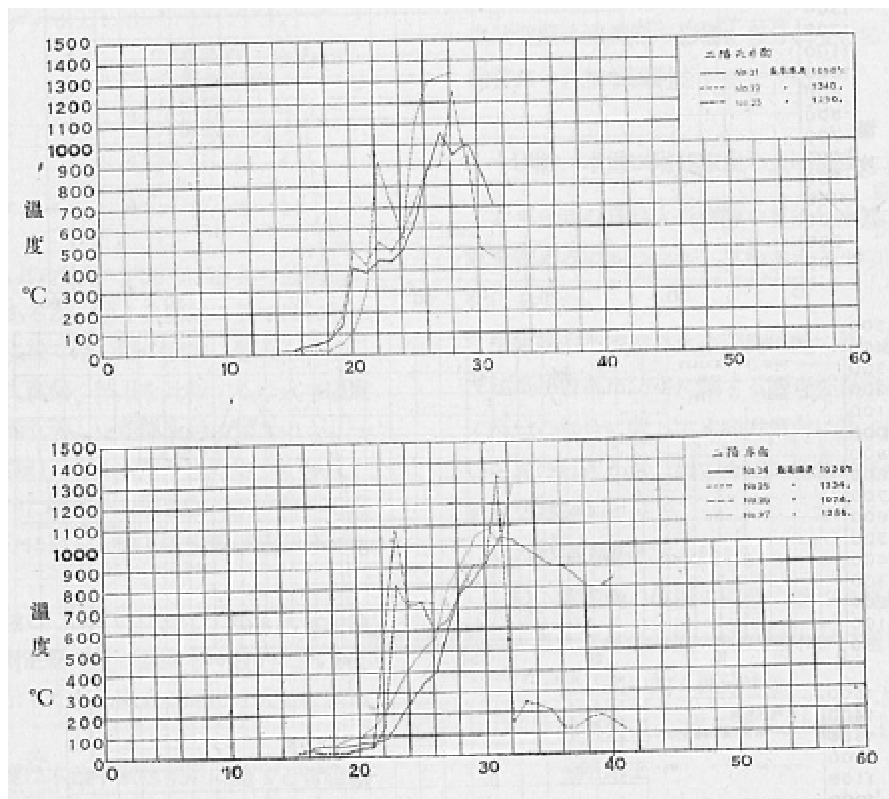


图 3-21 2 階温度

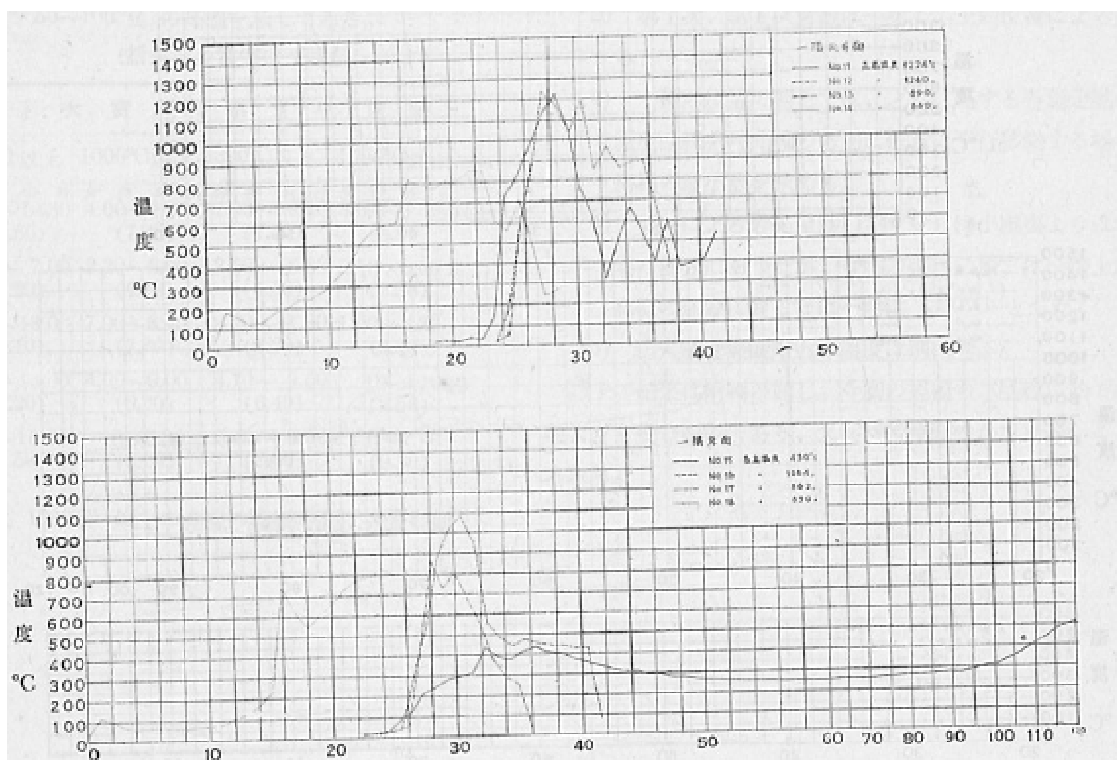


图 3-22 1 階温度

3. 5 火災の進展

一連の東大実験の各供試建築物の建築面積を表 3-9 に示す。表 2-1 の文化財建築物の建築面積と比較すると、東大 1 (29.91m²) < 平均的な神社 (38.8m²)、平均的な神社 (38.8m²) < 東大 2 (57.86m²) < 東大 3 (91m²) < 平均的な寺院 (99.9m²) である。

表 3-9 供試建築物の規模

	建築面積	可燃物量 (躯体木材+収納物)	容積
東大 1	29.91m ²	2310/1236 ※1	86.16m ³
東大 2	57.86m ² ※2	7803/1316 ※1	270m ³
東大 3-1	91m ²	32625/2475 ※1	948m ³
東大 3-2	91m ²	32625/2475 ※1	948m ³

※1 躯体木材量/収納物量 (木材、紙、畳など)。東大 1, 2 は住宅、3-1, 3-2 は事務所を想定。

※2 連なる 2 棟を 1 棟とみなした。各棟の合計を建築面積とした。

東大実験供試建築物について、建築面積、可燃物量、容積の関係を図 3-23～25 に示す。

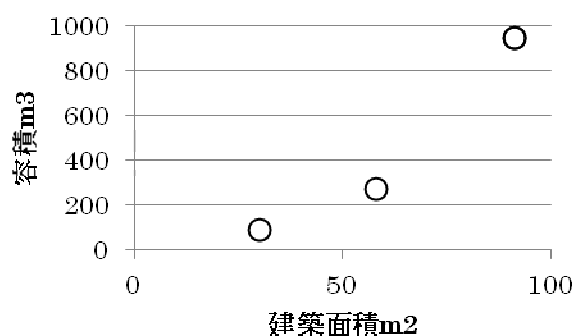


図 3-23 建築面積と容積の関係

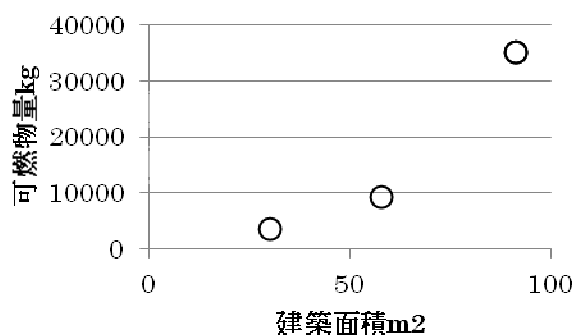


図 3-24 建築面積と可燃物量の関係

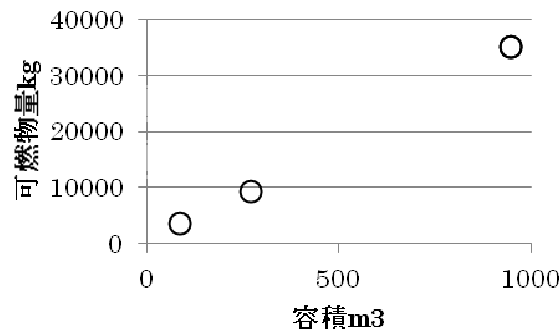


図 3-25 容積と可燃物量の関係

木造建築物の火災進展を把握するうえで、重要な事象として、出火炎が天井に届く（この間に火報等で出火を覚知し消火をすべき）、外部に煙が漏れ出す（外部から火災を認識できる）、外装が燃え出す（内部は活発に燃烧していることを示す）、建築物炎上ピーク、部分倒壊、倒壊などが挙げられる。これらの発生時間は表 3-10 のように整理される。前述した観察記録（表 3-2、3-4、3-6、3-8 の網掛け部分の部分）に基づいて決定した。なお、外装燃烧開始時間は下見板や屋根隙間から炎の噴出を確認した時間とした。

出火から初期火災が終了するまでの時間を図 3-25-2 に示す。実験条件にもよるが、0.5 分から長いもので 20 分である。初期火災は火炎が天井に達するまでを言う。これ以降は火の回りが早く、初期消火は困難である。出火後速やかに火災を覚知し、消火に努めることが重要である。東大第 3 回実験の 5 月実施分では初期火災の時間が 20 分あり、他の実験と比べて長かった。初期火災の進展は、火源の大きさ、内装、可燃物量、換気量などによって左右される。初期火災の広がり方には時間的なばらつきが生じ得るが、一度天井に炎が達するような状況になると、その後は一気に拡大を続ける。表 3-11 では、初期火災終了時を起点に各事象の発生時間を比較する。

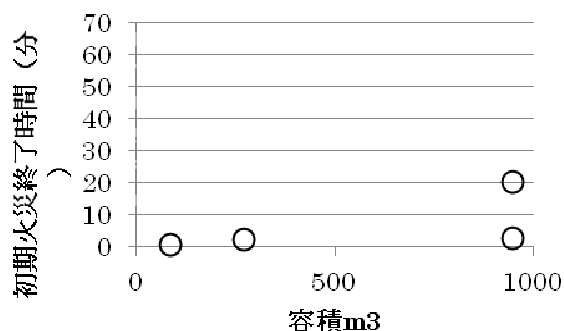


図 3-25-2 初期火災継続時間

表 3-10 主要な事象の発生時間の比較

	出火室初期 火災終了	外部に漏煙	外装燃焼開 始	建築物炎上 のピーク	部分倒壊	倒壊
東大 1	0.5 分	0.5-1	4	6	7	14
東大 2	2	2.5	6.5	8.7-12.5※1	9	25.5
東大 3-1	20	8.5-20※2	35	42.5	42.5	61
東大 3-2	2.5	1.3	19.5	27	31.5	41.5

※1 I 号家屋 8.7 分、II 号家屋 12.5 分

※2 8.5 分には薄煙

表 3-11 主要な事象の発生時間の比較

	外装燃焼開始	建築物炎上ピーク	部分倒壊	倒壊
東大 1	3.5 分	5.5	6.5	13.5
東大 2	4.5	6.7～10.5 ※1	7	23.5
東大 3-1	15	22.5	22.5	41
東大 3-2	17	24.5	29	39

※1 I 号家屋 6.7 分、II 号家屋 10.5 分

初期火災の段階で外部から目視できる程度の煙が発生する（表 3-10）。

建築物の規模の小さい東大 1、2 では、初期火災終了直後から内部の急速な燃焼が始まり、4 分前後で外装が燃焼を開始する状態に達する。その後数分で建築物炎上のピークに達し、火災は周囲にも深刻な熱的影響を及ぼす程度に進展する。建築物炎上とほぼ同時に部分崩壊が起こり、早ければ 7 分程度で完全に倒壊する。

建築物の規模の大きい東大 3 では、全般に、内部燃焼に伴う外壁燃焼までに時間を要す（図 3-14～3-16、図 3-20～3-22 も参照のこと）。出火室の壁や天井が漆喰塗で内部燃焼が急速には進まなかったことも考えられる。温度上昇は火災室では初期火災終了直後から緩やかに始まっているが、急激な温度上昇は、上階では 15 分くらいから、1 階の火災室以外では 20 分過ぎから始まっている。内部の燃焼が活発化して 10 分くらいで建築物全体の炎上を迎える。周辺への熱的影響もかなり深刻な状況となる。建築物炎上とほぼ同時に部分崩壊が起こり、早ければ 10 分程度で完全に倒壊する。

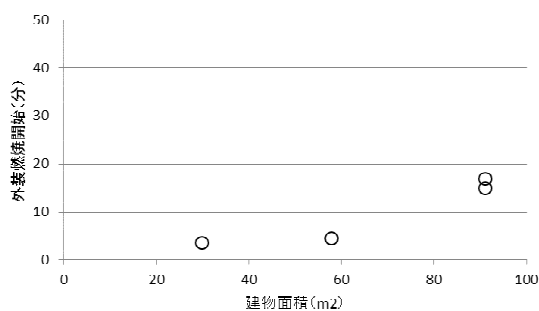


図 3-26 外装燃焼開始時間

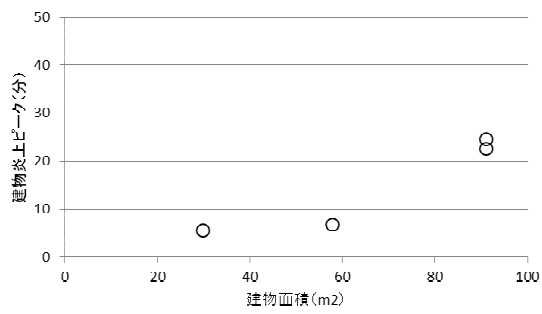


図 3-27 建築物炎上ピーク

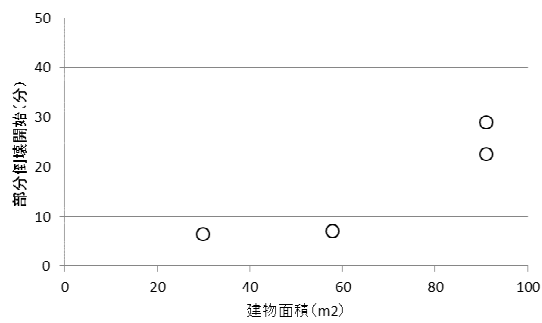


図 3-28 部分崩壊開始時間

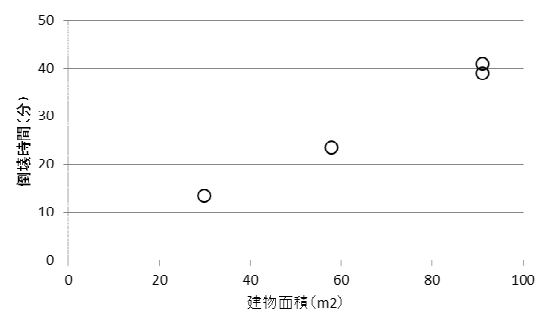


図 3-29 倒壊時間

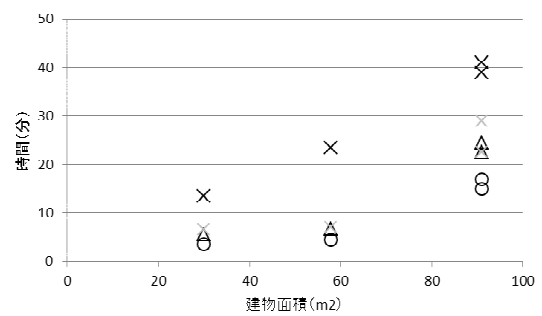


図 3-30 主要事象発生時間 (○:外装燃焼開始、△:建築物炎上ピーク、×:部分崩壊、×:倒壊)

3. 6 外から出火した場合の火災の進展

東大2では、表3-3で示したように、一体に連ねたⅠ号家屋＋Ⅱ号家屋に対して隣棟間隔3mを離してⅢ号家屋を配置した。表3-4で示したように、Ⅰ号家屋＋Ⅱ号家屋は8分42秒～12分33秒で最高温度を記録し、25分30秒に全倒壊した。Ⅲ号家屋は、13分過ぎに湯気が立ち、19分15秒に羽目板が輻射熱で引火し、急速に燃え広がり、34分15秒に全倒壊した。すなわち、延焼してから15分で全倒壊した。Ⅲ号家屋の火の回りが急激だったのは引火するまでにⅠ号＋Ⅱ号家屋の火災から予熱を受けていたためと思われる。

昭和14年7月に広島で行われた実験¹²⁾では、建築面積29.7m²の木造家屋（東大2のⅢ号家屋34.71m²より一回り小さい）への延焼状況が調査された。木造家屋の南側に1m離隔して建築面積14.28m²の物置を置き、隣棟間に置いた焼夷弾で木造物置の北面外壁を燃やし、木造家屋への延焼状況を調査した。木造家屋の南面は下見板張り、北面は真壁上に柱も含めて塗土とした。東、西面は真壁とした。40秒で木造家屋けらばから内部に炎が入り、1分で南面下見板が着火した。その後、内部では天井裏に火が入り、南面では柱が燃え、下見板が激しく燃え、4分には野地板が燃えた。6分に火は床下に回り畳を焦がし、北面のけらば全体から炎が出た。7分に南面の束と壁の間から炎が出て、壁の一部が落ちた。8分には北面の束と壁の間から炎が出た。南面の壁は順次倒壊し、10分には南側壁の大半が倒壊した。北面では妻より火が出た。北面の妻壁、けらば瓦が落ち、15分には内部床全体が燃えた。その後、北面の塗土が落ち、小屋組が盛んに燃え、小屋組が落ち、28分には東面、西面も含めて全倒壊した。

表3-11-2に両実験結果を比較する。

表 3-11-2

	火元	隣棟間隔	受害家屋	着火から倒壊まで
東大2	炎上家屋（57.86m ² ）	3m	木造（34.71m ² ）	15分
広島実験	物置（14.28m ² ）※1	1m	一部改修木造（29.7m ² ）	27分20秒 ※1

※1 受害家屋の着火時間が40秒であったことから判断して、火元物置は炎上には至らない状況で加害を及ぼしたと考えられる。すなわち、受害家屋は予熱を受けていなかったと考えられる。

3. 7 伝統木造建築物の火災性状

木造火災実験の結果から判断して、伝統木造建築物の燃焼は急速である。規模にもよるが、出火後6～9分で建築物は炎上のピークを迎える状況では、出火後に直ちに通報されて消防が速やかに駆けつけたとしても、出火建築物の消火は困難であり、複数棟で構成されるような場合は、隣接建築物への延焼を阻止することも不可能である。比較的規模が大きくなると火災の進展に遅れが期待できるが、安全側に考えれば、規模の小さいもの同様、消防に期待するのではなく、出火防止、初期消火を徹底すべきである。

隣棟建築物の火災から類焼する場合のように予熱を受けた状況で出火に至ると燃焼は急速である。放火の場合も助燃剤が使われるので燃焼は急速になると考えられる。着火から15分程度で倒壊に至る可能性がある。

4. おわりに

文化財建築物の防災計画策定に活かすべく、戦前の木造火災実験の結果を基に伝統木造建築物の火災性状の理解に努めた。

今回は伝統木造建築物を対象にしたが、非木造の火災性状も整理する必要がある。

参考文献

- 1) 文化庁、国指定文化財等データベース、
<http://www.bunka.go.jp/bsys/categorylist.asp>、平成 24 年 1 月 31 日アクセス
 - 2) 消防庁、平成 22 年度版消防白書、p. 37、平成 22 年 11 月 29 日
 - 3) 内田祥三、木造家屋の火災実験に於て、建築雑誌、pp. 1649-1722、昭和 8 年 12 月
 - 4) 内田祥三、木造家屋の火災実験に於て、建築雑誌、pp. 405-469、昭和 10 年 4 月
 - 5) 岸田日出刀ほか 3 名、月島火災実験に於ける燃焼熱量と火災状況、建築学会大会論文集、pp. 437-446、昭和 14 年 4 月
 - 6) 星野昌一、月島火災実験に於ける木造二階建家屋実験延焼距離、建築学会大会論文集、pp. 447-456、昭和 14 年 4 月
 - 7) 平山嵩、月島火災実験に於ける火災時の気象及び気流の変化に就て、建築学会大会論文集、pp. 457-463、昭和 14 年 4 月
 - 8) 武藤清、月島火災実験に於ける輻射熱観測結果、建築学会大会論文集、pp. 464-467、昭和 14 年 4 月
 - 9) 浜田稔ほか 2 名、月島火災実験に於ける火事温度、建築学会大会論文集、pp. 468-477、昭和 14 年 4 月
 - 10) 浜田稔ほか 2 名、月島火災実験に於ける防火壁付近の火事温度、建築学会大会論文集、pp. 478-487、昭和 14 年 4 月
 - 11) 内田祥三、木造家屋の火災の本質、特に 2 階建の場合に就て、建築雑誌、第 53 巻、第 651 号、pp. 761-778、昭和 14 年 6 月
 - 12) 中山元晴、広島市に於て举行せられたる防火改修家屋火災実験報告、建築雑誌、第 54 巻、第 659 号、pp. 107-116、昭和 15 年 2 月
- 本稿で引用はないが下記も挙げておく。
- 13) 樋本圭佑ほか 1 名、屋外からの火災性状の観察に基づく木造建物倒壊の予見可能性、日本建築学会技術報告集、第 17 巻、第 35 号、pp. 191-194、平成 23 年 2 月
 - 14) 新海悟郎、淀橋火災実験報告、建築雑誌、pp. 779-788、昭和 14 年 6 月
 - 15) 富塚清、消防研究所技術課第 1 回模擬火災実験総合報告、消防研究所報告、第 1 巻、第 1 号、pp. 2-6、昭和 25 年 2 月、消防研究所第 1 回実験
 - 16) 中内俊作ほか 2 名、日本家屋火災初期時の現象、消防研究所報告、第 1 巻、第 1 号、pp. 6-15、昭和 25 年 2 月
 - 17) 守屋忠雄ほか 1 名、初期火災に於ける煙の光透過率の測定並びに煙感知器の感知時期の

推定、消防研究所報告、第 1 巻、第 1 号、pp. 15-19、昭和 25 年 2 月

18) 熊野陽平、ふすまの燃焼に就て、消防研究所報告、第 1 巻、第 1 号、pp. 19-23、昭和 25 年 2 月

19) 富塚清、消防研究所第二回火災実験総合報告、消防研究所報告、第 1 巻、第 2 号、pp. 13-17、昭和 25 年

20) 富塚清、消防研究所第 3 回火災実験総合報告、消防研究所報告、第 1 巻、第 3 号、pp. 2-7、昭和 25 年

21) 富塚清、消防研究所第 4 回火災実験総合報告、消防研究所報告、第 2 巻、第 1 号、pp. 44-46、昭和 26 年 7 月

22) 富塚清、第 5 回火災実験報告、消防研究所報告、第 2 巻、第 2 号、pp. 2-15、昭和 27 年 3 月

23) 実家屋群による大規模火災対策の研究調査報告書、自治省消防庁消防研究所、昭和 55 年 2 月

文化財建造物の防災対策

能美防災株式会社

田中 浩二

1. はじめに

文化財建造物の防災対策は、一般のビル等の防災対策とは異なり、文化財の価値をどのように守り後世に伝えるかが大きな問題となる。そのために、文化財建造物特有の防災対策が施されている。下記にその対策の現状について述べる。

2. 文化財建造物の現状

2-1. 全国の文化財建造物

文化財建造物として、国及び都道府県等で指定されている件数は下記の通りである。

○重要文化財建造物 2, 387件 (国宝: 216件 (264棟))

○有形文化財建造物

都道府県 2, 410件 市町村 8, 866件

○重要伝統的建造物群保存地区 93件

従来、文化財建造物は寺、神社、古民家や近代建築では邸宅やビル等が多く個別の建造物が指定されていたが、1975年の文化財保護法の改正により重要伝統的建造物群保存地区が加えられた。これにより、個別の文化財建造物の防災だけでなく地域や建物群全体の防災へと防災のあり方も変化しつつある。

2-2. 火災被害の現状

(H9.1 現在)

	焼 失	焼 損	計
文化財保護法 施行以前	16 (24棟)	2 (3棟)	18 (27棟)
文化財保護法 施行以後	11 (15棟)	64 (67棟)	75 (82棟)
計	27 (39棟)	66 (70棟)	93 (109棟)

平成9年1月現在で文化財建造物の火災による焼失・焼損は左記の通りである。
文化財建造物の多くは木造構造であり、一度着火すると被害の拡大が懸念される。

文化財建造物の火災としては、電気系統や寺院等では蠟燭等の裸火を原因とする出火が考えられるが、近年、旧住友家侯野別邸、出雲建雄神社拝殿や吉志部神社等、放火や放火の疑いによる火災の被害が後を絶たない。

3. 防災設備

3-1. 文化財建造物における防災設備とは！

“周囲の環境と調和させつつ火災等の災害から文化財建造物を守る”ことを目的として、“文化財建造物の価値に影響を及ぼさず、施設の管理と操作上の利便、文化財の価値保

護、周囲景観、地下遺構に配慮したもの”でなければならない。

3-2. 文化財建造物の防災に係る法規等

(1) 消防法

施行令 別表一（一七）項

文化財保護法（昭和二十五年法律第二百十四号）の規定によって重要文化財、重要有形民俗文化財、史跡若しくは重要な文化財として指定され、又は旧重要美術品等の保護に関する法律（昭和八年法律第四十三号）の規定によって重要美術品として認定された建造物

(2) 文化財保護法

昭和四十一年八月八日 文委建第三の五六号

文化財の防火防犯について

平成十六年二月六日 一五財伝文第九八号

文化財建造物に係る消防用設備の取扱について

その他、通達

※重要文化財建造物防災施設等補助事業指針（案）

(3) 建築基準法

第3条 第1項から第3項 適応の除外

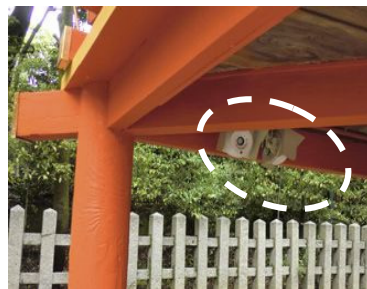
文化財建造物の防災に関する法規等は、消防法を基準として文化庁が作成した重要文化財建造物防災施設補助事業指針（案）の内容に沿って基本設計がなされている。

3-3. 自動火災報知設備について

文化財建造物に対して、代表的な自動火災報知設備とその設置例を示す。

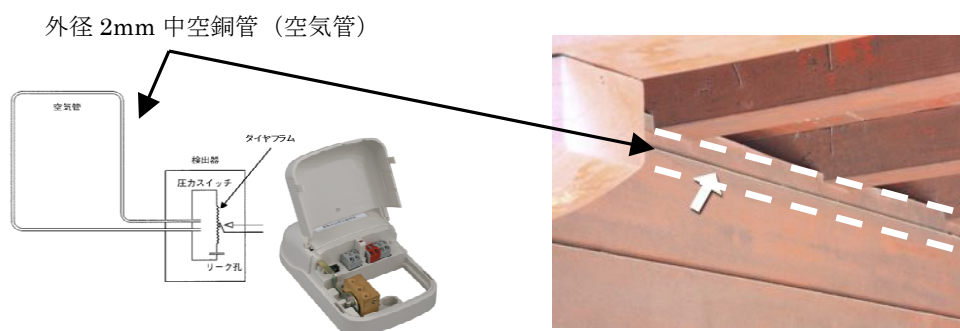
(1) 炎感知器（赤外線式）

炎から発する赤外線（ $4.4\mu\text{m}$ 付近）と炎特有のちらつき挙動（1～15Hz）等、炎特有の要素を検出して炎を認識する。建物外周部等の放火検出に有効な感知器。



炎感知器の設置例を上記（左：軒下設置、右：床下設置）に示す。両方の設置とも文化財建造物の景観を損なわないように、出来るだけ炎感知器が目立たないような工夫がされている。

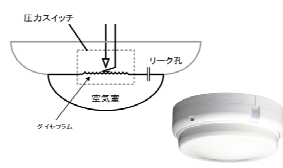
(2) 差動分布型感知器



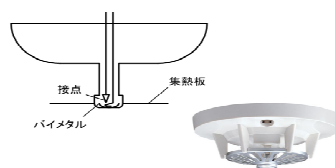
外径 2mm 中空銅管を監視区画に引き回し、火災時に発生する温度上昇を中空銅管の空気膨張で捉える。 左に床下の設置例を示す。 設置状況が非常に目立ち難いため、文化財建造物では最も多用されている感知器の 1 つである。

(3) 差動式及び定温式スポット型熱感知器／光電式スポット型煙感知器

差動式スポット型熱感知器



定温式スポット型熱感知器

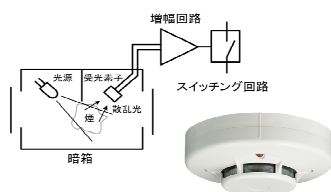


差動式及び定温式スポット型熱感知器は火災で発生した熱の温度上昇等を捉えて火災を検出する。

これらの熱感知器は庫裡、居室、押し入れ等に設置される場合が多い。



光電式スポット型煙感知器



光電式スポット型感知器は、感知器内に侵入した煙を散乱光で検出する。 一般に居室や天井裏等に設置される場合が多い。 比較的人目に付く場所に設置する場合は、写真のように感知器の色を周囲の環境にあわす事も可能である。

3-4. 消火設備について

(1) 屋外／屋内消火栓

□屋外消火栓

配 置	建物の各部分からホース接続口までの水平距離が40m以下
水源水量	$\geq 7.0 \text{ m}^3 \times N$ 個
放水能力	全ての屋外消火栓を同時に使用した場合、それぞれの屋外消火栓のノズル先端において放水圧力 $\geq 0.25 \text{ MPa}$ かつ放水量 $\geq 350 \text{ l/分}$



□屋内消火栓

配 置	水平距離25m以下
放水圧力	$0.1 \text{ MPa} \sim 0.7 \text{ MPa}$
放水量	130 l/分



(2) 放水銃

□目 的：近隣火災からの火の粉等による延焼防止

□運 用：昼間は手動／夜間は自火報による自動連動



放水銃は、茅葺等の燃えやすい屋根材が採用されている文化財建造物を延焼等から守るために、屋根を含む建物全体に放水して火の粉等による延焼の脅威から文化財を守る。

一般に、放水銃は周囲の景観を損なわないように専用の収納箱や左写真のような地下ピットに収納されていることが多い。

放水銃は、対象文化財建造物の形状や設置距離、設置条件により、放水角度、放水量、放水圧力を調整して最適条件で設置されている。

(3) スプリンクラー設備

放水水平距離	2.3m以下
放水性能	0.1 MPa 以下 80 l/分以上



文化財建造物では、閉鎖型スプリンクラーは誤放水による水損リスクや施工時の建物への負荷を懸念して普及し難いようである。これに対して、開放型スプリンクラーは、茅葺屋根から建物躯体への延焼を防止することを目的に屋根裏等に設置されている例がある。写真右は、寺本堂の床下に設置した開放型スプリンクラーで、放火等の外周からの火災に対応するために設置した例である。

(4) ドレンチャー設備

□目 的：隣接火災からの輻射熱や飛び火による延焼防止

□運 用：昼間は手動／夜間は自火報による自動連動

種類	10m級
放水圧力	0.49MPa
使用ノズルと流量	扇型 150ℓ/分 半円状 50ℓ/分
水膜水量	100ℓ/min・m
輻射熱遮断率	70%以上（無風、推定値）



ドレンチャー設備は水膜を形成することにより、隣接火災からの輻射熱や飛び火から文化財建造物を守る。上記写真に示すように、文化財建造物では建物の棟間だけでなく、飛び火による延焼の懸念がある木質部分に対しても設置する場合がある。

4. おわりに

文化財建造物の防災に関して、今後の問題も含めて下記にまとめを記す。

- 文化財建造物の防災は、各文化財建造物のリスクや各種諸条件（文化財価値、構造、環境等）を考慮した設備設計、設備選定、施工が重要である。
- 寺社・寺院の防災（放火対策）は、地域住民等への開かれた信仰の側面と放火盗難等に対する備えとの両面から検討する必要がある。
- 文化財建造物管理者の高齢化がすすんでいる。
それに伴い、防災はハードだけでなくソフト（運用、近隣住民との連携等）の重要性が増している。

海外の文化財建造物の防災計画

工学院大学

後藤 治

発表者は、これまでにアメリカ、イギリス、フランス、ドイツ、オランダ等の各国において、文化財建造物の防災対策について調査を行ってきた¹⁾。各国において、歴史的・文化的な価値を持つ建築物は、各様の法的な呼称を持っているが、ここでは我が国での通語である「文化財建造物」の語を用いる。また、各国の消防法等の建築安全に関わる法律や建築基準の上で、文化財建造物は各様の扱いをなされているが、新築の建物に適用される現行法令や基準にあてはめてしまうと、その価値を失ってしまう恐れがあるため、新築の建物とは異なる法や基準の適用がなされていて、その価値が保持できるように配慮されていることは、各国共通である。ここではそのなかで、今後の我が国の文化財建造物の防災計画に参考となる方法や事例を紹介する。

■性能設計と管理設計

歴史的・文化的価値を残すために、現行法や基準を適用しないことにすると、価値を保持することはできるが、その部分は防災上の弱点となる。この弱点をいかに補うかが課題となる。この課題を克服するために、各国でとられているのが性能設計と管理設計（アメリカでは **Performance Based Design, Management Based Design** と呼ばれるので、本稿ではその訳語として性能設計・管理設計の語を用いる）である。

性能設計は、他所の性能を向上させて弱点となる箇所を補うような方法である。我が国においても、日本工業倶楽部会館等において、避難安全検証法を用いて文化財建造物に対する改変箇所を少なくするような試みが行われているが、これが性能設計に該当する。

管理設計は、建物の場所に応じた利用人数の制限や利用用途の制限を行うことなどによって、文化財建造物の弱点となる箇所への改変を少なくして、安全を確保する方法である。いわば、ソフト面での対応による安全管理である。こうした安全確保の方法をとるためには、建物の管理者の責任が問われることになる。そのため、各国では、我が国の防火管理者と比較すると、高いレベルの講習や知識が、安全管理を行う責任者や技術者等に求められている。

■文化財建造物のデザインにあわせた消防設備

消防設備の位置や色彩などの工夫によって、文化財建造物のデザインに及ぼす影響をできる限り少なくとどめる方法である。ただしこの場合、文化財のデザインに配慮するあまり、消防設備としての役割を減じてしまうこともあり得るので、十分な注意が必要である。写真はその例で、照明器具に組み込んだ火災感知器（図1．ドイツ）、天井の縁飾りに沿って色をあわせて配置し目立たなくしたスプリンクラー（図2．アメリカ）である。



図 1



図 2

■保存箇所の明示

文化財建造物の改変が困難な個所を予め明示することによって、他所での性能強化を行いやすくする方法も有効な手法のひとつである。

ドイツ、バイエルン州・バンベルグ市の劇場は、ドイツの現役の劇場建築としては、建設年代が古いもののひとつとして知られている。この建物では、保存箇所は、通常の文化財建造物のように外観中心ではなく、大劇場の内装（図 3）、その特異な小屋組とそれによってつくられる外観（屋根形）とされている。

大人数を収容する劇場という施設機能のため、建築法・消防法により様々な措置が必要で、舞台と客席の間の防火シャッターをはじめ、消防用・防耐火用に万全の設備が整えられている。その結果とも言えるが、正面側面の外観（図 4）、玄関ホール等は、大きく改装され現代風になっており、文化財建造物としての面影が感じられないほどで、保存箇所以外には大胆に変更することが認められていることがうかがえる事例である。

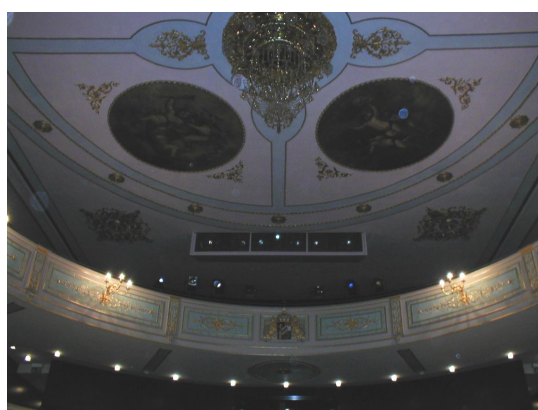


図 3



図 4

■文化財建造物の特殊仕様に合わせた消防

文化財建造物には、現代の建築にはあまり用いられない特殊な仕様を用いている場合が

ある。そうした特殊仕様が防災上の弱点となるため、それに応じた消防体制を取ったり、消防設備を設置したりすることによって、安全を確保する方法もとられている。

オランダの茅葺建築に対する消防はその事例である。オランダでは、新築の建物をはじめ、茅葺の建築が多数存在している。そのため、オランダでは、茅葺専用の消防訓練が行われ、茅葺の消防に関する専門知識と経験を積んだ消防士の配備が行われている。また、茅葺専用の消防器具も存在する。

フランスの文化財建造物である教会の大聖堂における消防計画²⁾にもその例がみられる。大聖堂の小屋組は木造で、しばしばその火災により大被害が発生している。そのため、フランス政府は、ルーアン大聖堂等の小屋組の火災への対策として、小屋組内に消防設備（易操作性の消火器具、図5）を設置すると同時に、小屋組までの送水と外部から給水を行うための連結送水管（図6）の設置を行い、火災時に消防士が小屋組に早期に到達できるように、外部に非常用梯子を設置している。

消防士が進入するための外部はしごの設置や公設消防が給水するための連結送水管の設置は、一般の建築物においてもみられるものであり、消防設備としては特別なものではない。けれども、これらの設備はいずれも、文化財用に特別に取り付けた消防設備であり、火災時に消防士が使用することを想定している点が注目される。なぜなら、日本の文化財に設置されている設備は、原則的に所有者や管理者が使用することを想定していて、公設消防が使用することは想定されていないことが多いからである。

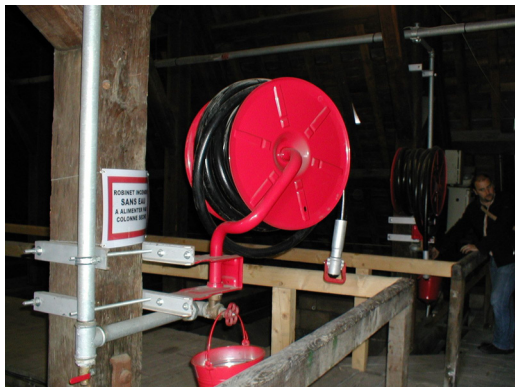


図5

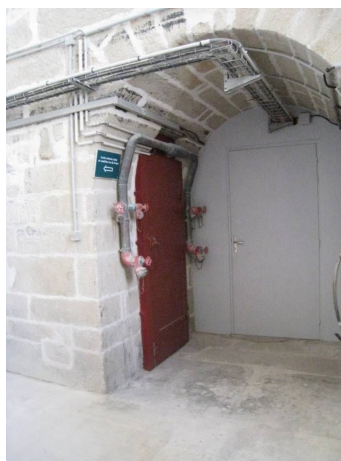


図6

■文化財建造物内にある美術品の救済計画

最後に、特殊な事例として、文化財建造物内にある美術品の救済計画についてイギリス、チェスター市の歴史博物館を事例に述べる³⁾。

チェスター（Chester）市歴史博物館は、市が所管する建物で、中心市街地の周縁部にある。3階建ての建物で、主な構造は煉瓦造だが、内部の一部は木造でつくられている（図7）。博物館は文化財で、収蔵庫のガス消火設備等が配備されていないため、展示収蔵されている美術品の救出計画が立てられている。救出計画では、館内で火災が発生した時に、

現場にかけつけた消防士が館のスタッフと協力して、美術品を救出する形が想定されている。かけつける消防夫は、博物館から車で数分のところにある市内の消防署に常駐している。なお、消防士は美術品を救出するだけでなく、消防車でかけつけた別の消防士が火災の消火活動にあたるのはもちろんである。また、救出計画だけでなく通常の消防計画も当然立てられている。

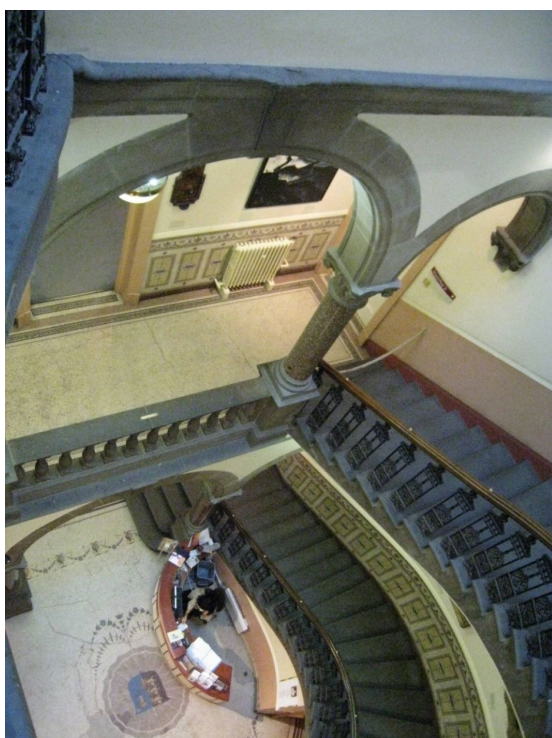


図 7



図 8

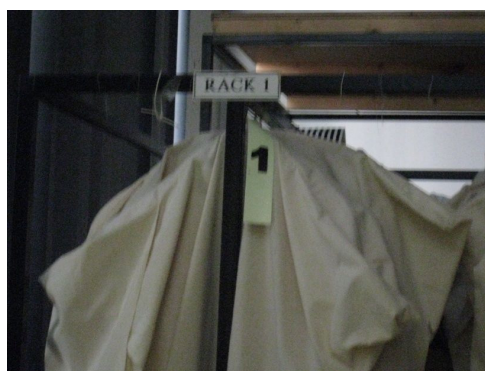


図 9

まず、消防士は予め決められた進入口から館内に入る。この進入口の位置を含む消防計画は、博物館の位置や構造といったデータとともに、消防車に備えられたコンピューターに入力されている。したがって、消防士は消防署から火災現場に到着するまでの消防車の中で予習ができ、救出計画に直ちに入ることができる。

次に、消防士の進入口にいる博物館のスタッフが、救出すべき美術品の位置を消防士に指示する。消防士はその指示にしたがって美術品のある場所にかけて、美術品を館外に持ち出すのである。この指示には、A 4 サイズの厚紙（図 8）が使われる。厚紙には博物館の平面が描かれ、救出すべき美術品の場所と後述する数字の記号が付けられている。消防車内のハイテク設備と比較すると、現場では極めてローテクな作業によっているが、かえってそれが非常時には有効で現実的ではないかと感じられる。

この建物の救出計画でもうひとつ注目すべきは、展示収蔵されている美術品に、救出すべき優先順位が付けられていることである。優先度は、1 から順に 2・3・4 といった具

合に数字で示されている（図9）。優先度の高いものでも展示されている美術品には記号は付されていないが、収蔵庫内にあるものについては数字による記号が付されている。なお、持ち運びが容易でない美術品については、どのように貴重なものであっても、優先順位の記号は付されていない。この点も現実的な対応である。

我が国では、館内の展示物や収蔵品に価値という点から順位付けを行うことを、学芸員が非常に嫌う傾向が強い。これに対して、この博物館では館に常駐する学芸員がその優先順位を決定していることも注目すべき事柄であろう。

こうした文化財建造物内の美術品救出計画は、フランスでも教会堂を中心に策定されている⁴⁾。日本の類似する活動としては、京都府の文化財市民レスキュー活動があるが、英仏の計画は、京都府の活動よりも具体的な想定等の点において、見習うべき点が多く、今後、日本でもそうした計画策定が必要になってくるものと考えられる。

■ 参考文献

- 1) 平成 16～20 年度 文部科学省科学研究費補助金（特定領域研究）「建築物・都市施設の保全に関する法令・基準の整備と技術革新」（研究代表者：後藤 治）。
後藤治「米英仏独における歴史的建築物の火災対策」『火災』302号、2009年10月
鳥海基樹「フランスにおける文化財建造物の防火対策 歴史的環境を活用するためのブレイク・スルー～フランス編」ビルディングレター540号、2010年12月、PP.25～31
後藤治「イギリスにおける文化財建造物の防火対策 歴史的環境を活用するためのブレイク・スルー～イギリス編」ビルディングレター541号、2011年1月、PP.45～51
後藤治「ドイツにおける文化財建造物の防災対策 歴史的環境を活用するためのブレイク・スルー～ドイツ編」ビルディングレター542号、2011年2月、PP.39～44
田揚裕子・後藤治「オランダにおける茅葺き建築の消防に関する研究」日本火災学会平成23年度研究発表会概要集、2011年5月、PP.182～185
- 2) 鳥海基樹・村上正浩・後藤治・大橋竜太「フランスに於ける公開文化財建造物の総合的安全計画に関する研究」日本建築学会計画系論文集 627号、2008年、PP.923～930
- 3) 後藤治「消防計画と保存－文化財における消防計画の現状と課題」平成 21 年度関東支部歴史意匠専門研究委員会シンポジウム「建築保存に対する性能要求」資料集、2010年、PP.10-11
- 4) 鳥海基樹・後藤治・大橋竜太・村上正浩・関澤愛「フランスに於ける文化財建造物の防犯・防災に関する研究－内部専門組織を活用した安全計画のさらなる総合化」日本建築学会計画系論文集 646号、2009年、PP.2731～2737

木造温泉旅館のケーススタディ

早稲田大学創造理工学研究科建築学専攻 修士2年

有川翔馬

1. はじめに

文化財建造物の多くは、現代の建築防災法令との整合が基本的に困難だが、まちづくりや地域活性化のためには公開活用を求められることが多い。文化財保護法による重要文化財（以下、重文）に指定されれば建築基準法適用外になるが、防災対策が不十分なまま火災で犠牲者が出る事態となれば、保存自体に困難が発生すると考えられるため、人命安全の確保は必要不可欠である。

重文以外にも、社会的に保存が期待される文化遺産として認識される建造物等、保存に値する歴史的建造物が多数あり、そのほとんどは建築基準法上、既存不適格だが、新築の場合とは異なり、建物の管理体制や利用者の条件の詳細を具体的に特定できる場合が多い。利用者の安全を守るという立場に立てば、火災時の安全性評価も、本来、管理体制まで含めて総合的に行われるべきで、建物の空間構成や周辺敷地の条件、管理体制などを考慮し、保存活用に焦点を当てた防災計画指針を策定することも可能である。

そこで、木造温泉旅館（写真1）に関するケーススタディを通して、単に法適合性を問うのではなく、建物個々の空間構成と防災管理体制のもとで防災施設・設備の火災安全評価を行い、文化財建造物活用のためのハード・ソフトを含む総合的な防災計画の枠組を構築していく手掛かりとしての論考を提示したい。



写真1 木造温泉旅館外観（筆者撮影。建物特定防止のため、ケーススタディに影響のない範囲で修正している）

2. 本旅館の建築的特徴と防災計画の特徴

建物概要を表1、各階平面図を図1に示す。1階はロビー、フロント・事務所、厨房、浴室、客室（4室）等、2階は客室（8室）、宴会場、サロン等、3階は客室（9室）、宴会場、最上階の4階は食堂、客室（1室）等で構成される。

全ての避難者は、各階2ヶ所の直通階段を使用して1階の玄関から避難するが、各階段とも区画のないオープンな形態であるため、避難中に煙に曝露される可能性が高い。本旅館に設置されている避難経路図では、屋内の直通階段からの避難が困難と判断された場合には、2、3階廊下から通ずるバルコニーや各室に設置された避難はしご、1階屋根（図2）を使用して地上まで避難することを想定しているが、それらは建築基準法上の避難路にならず、消防法上も有効性には疑問があるため、実際に使用する際の条件等を合わせて検討事項として扱う。

表1：建物概要

--

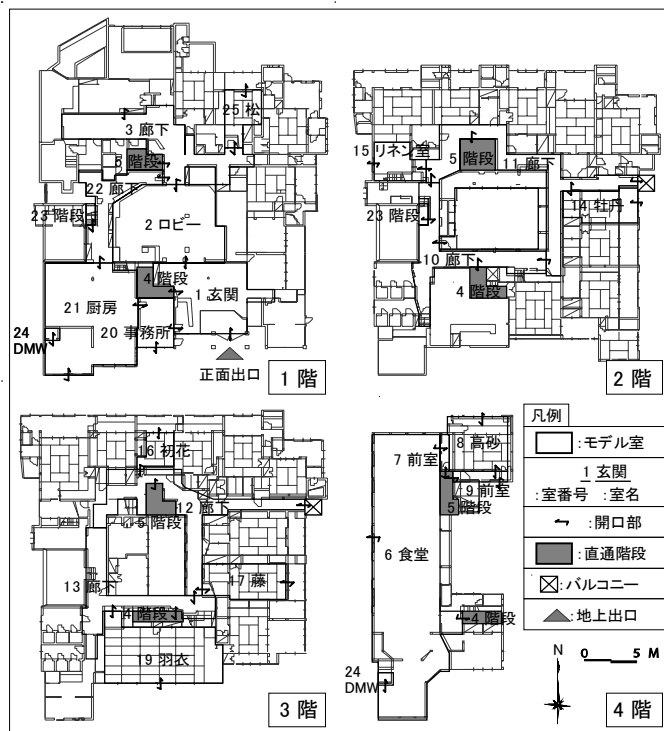


図1：各階平面図・モデル図

3. 検討方法・条件

3-1. 検討方法

非定常2層ゾーンモデル¹⁾（以下、2層ゾーンモデル）による煙流動解析により煙挙動を明らかにし、避難者が各避難経路において「避難上支障のある煙等」²⁾に曝露されない場合は避難可能とし、避難可能人数を算出する。そして、想定される出火箇所ごとに火箇所別避難達成率 P_i を式(1)から求め、その平均値を避難達成率とし、安全性評価の指標として用いる。

$$P_i = \frac{\text{避難可能人数}}{\text{避難対象者数}} [\%] \quad (1)$$

3-2. 検討シナリオ

非就寝時と就寝時について検討を行う。なお、避難中、建物の崩壊はないと仮定する。

- 1) 就寝時：就寝状態での出火を想定する。宿泊者は、各客室から屋内階段を通り 1 階玄関から避難する（図 2）。
- 2) 非就寝時：宿泊者全員が最上階に集まる可能性のある食事時が最も危険性が高い出火条件であると考えられるため、その条件下での出火を想定する。1 階玄関から避難する経路のほか、食事時は、館内に従業員が 10 人程滞在しており、避難誘導が適切に行われると考えられるため、図 2 に示す通り、2 階客室から 1 階屋根部分を通じて正面出口反対側へ避難する経路でも避難可能とする。

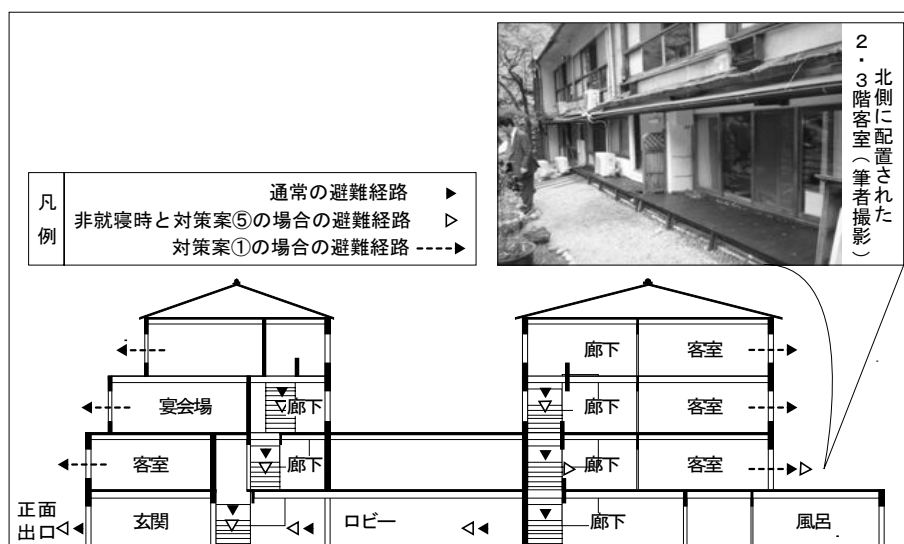


図 2 断面避難経路図

3-3. 避難時間の算出方法

避難時間(t_{escape})は、避難安全検証法³⁾（以下、告示法）では本来、避難開始時間(t_{start})、歩行時間(t_{travel})、出口通過時間(t_{queue})の 3 つを合計して求める。この考え方は、居室避難であれば、出口から最も遠い位置に居室在館者全員がいて、火災発生から一定時間経過した後一斉に出口に向かって避難を始め、出口到着後一斉に通過することになるが、本論でケーススタディを行う建物では、避難者が居室内に分散していると予想されるため、告示で想定しているような避難行動にはならないと考えられる。よって避難時間は式(2)から求める。

$$t_{\text{escape}} = t_{\text{start}} + \text{MAX}(t_{\text{travel}}, t_{\text{queue}}) \quad (2)$$

3-3-1. 避難開始時間

- 1) 就寝時：自発的に火災に気付かないと考えられるため、自動火災報知設備（以下、自火報）の受信盤がある 1 階事務所の従業員の感知・確認・駆け付けによる情報伝達時間に、

覚醒時間を足した時間を避難開始時間とし、文献⁴⁾をもとに式(3)と設定した。

$$t_{\text{start}} = t_d + t_{r1} + t_s + t_{r2} + t_h + t_{r3} + t_a + t_w \quad (3)$$

t_d : 感知器作動時間(sec) $t_d = 120$

t_{r1} : 火災室への駆け付け時間(sec) 廊下歩行の水平速度 $v_1 = 1.3(\text{m/sec})$ 、階段歩行の上り速度 $v_2 = 0.58(\text{m/分})$ 、階段歩行の下り速度 $v_3 = 0.78(\text{m/分})$ 、 l_1 = 移動水平距離(m)、 l_2 = 上り階段移動水平距離(m)、 l_3 = 下り階段移動水平距離(m)とすると、

$$t_r = l_1/v_1 + l_2/v_2 + l_3/v_3 \quad (4)$$

t_s : 初期消火時間(sec) $t_s = 30$

t_{r2} : 火災室からの駆け戻り時間(sec)

t_h : 避難放送時間(sec) $t_h = 35$

t_{r3} : 客室への駆け付け時間(sec)

t_a : 各客室の扉前で起こす時間や扉を開けて客を起こす時間(sec) 1客室当たり $t_a = 20$

t_w : 覚醒時間(sec) $t_w = 60$

- 2) 非就寝時：避難者は、覚醒状態であると予想されるため、煙層が天井高さの1割降下してくる時点を目覚め時間とする。

3-3-2. 歩行時間

本旅館の宿泊者には高齢者が多いため、避難者の歩行速度は、「病院や身体不自由者等援護施設」⁴⁾の値である水平歩行 0.5m/sec、階段歩行 0.3m/sec を使用する。歩行距離については以下の避難経路に基づいて設定する。

- 1) 就寝時：各客室から屋内階段を通り1階玄関から避難する。
2) 非就寝時：1階玄関から避難する他、食事時は、館内に従業員が10人程滞在しており、避難誘導が適切に行われると考えられるため、図2に示す通り、2階客室から1階屋根部分を通じて正面出口反対側へ避難する経路でも避難可能とする。

3-3-3. 出口通過時間

告示に示される計算方法によって算出する。

3-4. 煙流動性状の予測条件

- 1) 空間のモデル化：2層ゾーンモデルを適用するため、本旅館のモデル化を行った(図1)。煙は上昇する過程で周囲の空気を巻き込み容積を増すため、1階での火災が最も厳しい条件となる。そのため、1階は火災発生室と玄関、ロビー、廊下、階段等の避難経路部分を、上階については、堅穴を介して煙が拡散し、最上階から煙層が降下すると考えられるため、2、3階の廊下及び階段、4階の食堂等の居室部分及び1階厨房とを結ぶダムウェーター、各階の代表的な客室をモデル化した。
- 2) 温度条件：外気温は0℃、湿度50%、初期室内温度は22℃、湿度50%とする。また、外部風は考慮せず、風速0m/sとする。
- 3) 煙制御：自然排煙、機械排煙ともに設置されていないとする。
- 4) 内装仕様：木材その他これに類する材料とする。
- 5) 想定火源：短時間で全館に煙が拡散する可能性が高く、下階で火災が発生する場合のほうは危険側になると考えられるため、1階厨房、ロビー、客室、2階リネン室、の4箇所

を想定する。火源として、図 4 の標準火源 NO.1⁴⁾を採用する。リネン室には寝具が収納されているが、室面積が約 11 m²と小さく、室が可燃物の少ない廊下部分と明確に区切られていないため、廊下の一部に可燃物が集積している状態を想定し、同火源とした。

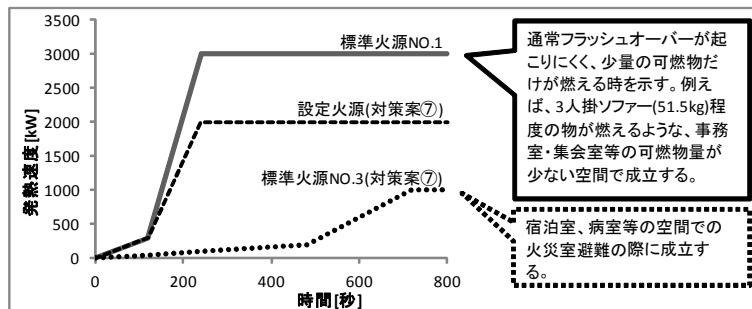


図 4 想定火源

3-5. 避難対策案

避難対策には、感知器の高性能化等の設備対応や可燃物管理等の管理対応によるソフト対策、建物改修等によるハード対策がある。文化財建造物保存の観点から、この中から本旅館の避難安全性向上に効果が期待できるソフト対策案（表 2）を検証する。なお、コストは、「防火コストの算定方法」⁶⁾ から算定した。

表 2 対策案

対策案		効果	コスト [千円/年]	簡便性※1	確実性※2
①	直接屋外	図2に示すように、各客室から避難はしごやロープを使用して直接屋外に避難する。	¥110.2	△	×
②	無線機設置	事務所に携帯用無線機を設置し、従業員の火災室確認時に携帯し、火災発生の場合は他の従業員に知らせる。避難開始時間を式(5)によって与える。 $t_{start} = t_d + t_{v1} + t_h + t_{v3} + t_a + t_w \quad (5)$	¥17.0	○	×
③	感知器連動	自火報(感知器)と非常放送設備(非常ベル等)を連動させ、感知機の作動と同時に全館に非常放送がなされる設定とする。	¥1.2	○	○
④	利用制限	4階にある客室(1室)は宿泊の用途で利用しない。	¥1,500.0	○	○
⑤	従業員増員	夜間の従業員数を4人に増やし(現状は2人)、そのうち一人は避難誘導要員として適切な避難誘導が行えとし、図2に示すように、2階客室から川側へ避難できるとする。	¥9,636.0	○	×
⑥	人数制限	4階食堂の同時滞在可能人数を50人に制限する(現状は制限していないため、最大宿泊人数の100人が集まる可能性がある)。	¥0.0	○	○
⑦	可燃物管理	可燃物量を管理できるとして厨房、ロビー、リネン室は、図3に示す最大発熱速度1000kWの「標準火源NO.3」、客室は最大発熱速度2000kWの「設定火源」とする。	¥0.0	△	○

※1: 今すぐに行える対策を○、改修工事は必要ないが整備や改善が必要な対策を△、改修工事が必要な対策を×、とする。

※2: 設備対応のみで効果が得られる対策を○、火災状況に応じて人による判断や操作が必要な対策を×、とする。

4. 検証結果及び考察

4-1. 就寝時

就寝時に影響のある対策案①、②、③、④、⑤、⑦の組み合わせを変えた CASE1～CASE64 について検証を行い、避難達成率を求めた。主な CASE の避難達成率を表 3 に示す。現状の CASE に加え、避難達成率が 80%以上となった CASE や、「費用」や「簡便性」や「確実性」の指標ごとに特化した対策案について現状よりも避難達成率が高くなった CASE を示している。

避難達成率が 80%以上となり一定の避難安全性を確保するためには、1 階を経由せずに 2 階以上の階から屋外に避難できる対策である対策案①か⑤が必要である。避難達成率やコストで比較すると、①の入った CASE の効果が高いが、①は、簡便性の高い対策ではないため、各室の避難はしごや非常用ライトの整備がされ、客室から直接屋外に避難できるような体制が整備されるまでは、⑤という選択が考えられる。また、対策案①を講じた後でも、上層階に避難はしごを使用できないような高齢者が宿泊する時等、その日の宿泊状況に応じて夜間の従業員数を増員して⑤とする選択肢も現実的である。このように「避難達成率」以外にも「費用」や「簡便性」や「確実性」の指標があり、求められる対策も時と場合によって変化すると予想されるため、それぞれに特化した対策案について考察を行う。

- 1) 費用：費用が小さい対策案は、①、②、③、⑦で、その組み合わせに限ると、CASE12,23 が避難達成率 100%で最も効果が期待できる。また、対策案①を講じる CASE とそうでない CASE では、避難達成率に大きな違いが見られることから、費用対効果が高い対策案は①である。公的にその価値が認められていない歴史的建造物や個人所有の建物等、維持管理に経費をかけられない既存建築物にいえる対策である。
- 2) 簡便性：簡便性が高く、管理で補える対策案は、②、③、④、⑤で、その組み合わせに限ると、CASE18 が避難達成率 57%と最も効果が期待でき、対策案⑤を講じる CASE とそうでない CASE では、避難達成率に大きな違いが見られることから、簡便性が高く、効果が高い対策案は⑤である。今後の方針が未定であるため、現段階でできる防災対策をしておきたい、という場合に有効であり、また、避難計画の初期段階での対応であるため、文化財建造物をはじめとする既存建築物全般にいえる対策である。
- 3) 確実性：確実性の高い対策案は、③、④、⑦で、その組み合わせに限ると、CASE40 が避難達成率 49%で最も効果が期待でき、次いで CASE19 の 48%となることから、確実性が高く、効果が高い対策案は③、⑦である。対策案①、②、⑤は、確実性が低いため、対策を講じただけでは火災時に機能せず、避難達成率が減少する可能性もあるが、対策案①では、避難はしごの整備や非常用ライトの設置、高齢者の宿泊を低層階に限定することで、対策案②、⑤では、非常時に適切な避難誘導が実行できるよう、従業員に対する避難誘導の周知や避難訓練を定期的に行うことで、確実性が高くなる。

4-2. 非就寝時

非就寝時に影響のある対策案⑥、⑦の組み合わせを変えた CASE I ～CASEIVについて検証を行い、求めた避難達成率を表 3 に示す。対策案⑥か⑦のいずれかを講じれば避難達成率 100%となる。

表 3 主な CASE の避難達成率

分類	CASE	対策案組み合わせ								避難達成率	コスト [千円/年]			
		対策案	簡便性	確実性	対策案	簡便性	確実性	対策案	簡便性	確実性				
就寝時	避難達成率の高い CASE	12 ① 直接屋外	△	△	⑦ 可燃部管理	△	○	-	-	-	100%	110	避難達成率の高い対策	①⑤
		23 ① 直接屋外	△	△	② 無線機設置	○	×	③ 感知器連動	○	○	100%	127		
		27 ① 直接屋外	△	△	③ 感知器連動	○	○	④ 利用を限定	○	○	100%	1,610		
		42 ④ 利用を限定	○	○	⑤ 従業員増員	○	×	⑦ 可燃部管理	△	○	100%	11,136		
		9 ① 直接屋外	△	△	③ 感知器連動	○	○	-	-	-	99%	110		
		22 ⑤ 従業員増員	○	×	⑦ 可燃部管理	△	○	-	-	-	99%	9,636		
		8 ① 直接屋外	△	△	② 無線機設置	○	×	-	-	-	90%	127		
		11 ① 直接屋外	△	△	⑤ 従業員増員	○	×	-	-	-	90%	9,746		
		2 ① 直接屋外	△	△	-	-	-	-	-	-	89%	110		
		12 ① 直接屋外	△	△	⑦ 可燃部管理	△	○	-	-	-	100%	110		
		23 ① 直接屋外	△	△	② 無線機設置	○	×	③ 感知器連動	○	○	100%	127		
		9 ① 直接屋外	△	△	③ 感知器連動	○	○	-	-	-	99%	110		
	費用対効果の高い CASE	8 ① 直接屋外	△	△	② 無線機設置	○	×	-	-	-	90%	127	費用対効果の高い対策	①
		2 ① 直接屋外	△	△	-	-	-	-	-	-	89%	110		
		35 ② 無線機設置	○	×	③ 感知器連動	○	○	⑦ 可燃部管理	△	○	59%	17		
		18 ③ 感知器連動	○	○	⑤ 従業員増員	○	×	-	-	-	57%	9,636		
		20 ④ 利用を限定	○	○	⑤ 従業員増員	○	×	-	-	-	47%	11,136		
		15 ② 無線機設置	○	×	⑤ 従業員増員	○	×	-	-	-	46%	9,653		
		6 ⑤ 従業員増員	○	×	-	-	-	-	-	-	45%	9,636		
		40 ③ 感知器連動	○	○	④ 利用を限定	○	○	⑦ 可燃部管理	△	○	49%	1,500		
		19 ③ 感知器連動	○	○	⑦ 可燃部管理	△	○	-	-	-	48%	0		
		21 ④ 利用を限定	○	○	⑦ 可燃部管理	△	○	-	-	-	39%	1,500		
		7 ⑦ 可燃部管理	△	○	-	-	-	-	-	-	33%	0		
		I -	-	-	-	-	-	-	-	-	25%	0	就寝非就寝時	⑥⑦
就寝非就寝時	就寝非就寝時	II ⑥ 人数制限	○	○	-	-	-	-	-	-	100%	0		
		III ⑦ 可燃部管理	△	○	-	-	-	-	-	-	100%	0		
		IV ⑥ 人数制限	○	○	⑦ 可燃部管理	△	○	-	-	-	100%	0		

5. おわりに

本旅館の防災計画的特徴と効果の高い対策案についての考察を表 4 に示す。以上に示したように、対象建築物の空間構成や管理体制、経費等をもとに対策案の検討を行い、適切に対策を講じることが、文化財建造物に対する防災計画手法において重要である。今後は、様々なタイプの建物でも同様に検証を行い、文化財建造物活用のためのハード・ソフトを含む総合的な防災計画の枠組を構築へとつながっていくことを望む。

表 4 防災計画的特徴と効果の高い対策案についての考察

防災計画上の問題点／ 有利に働く可能性のある特徴		問題点を改善 する対策・特徴 を活かす対策		表3に示した 効果の高い 対策案		考察
旅館 全般	就寝時、避難開始が遅れやすい	②③	個々の空間 構成と防災 管理体制 制のもとで ケーススタ ディ	③⑤⑦	考察	旅館全般に効果の期待できる対策案は、③感知器連動、⑤従業員増員、⑦可燃物 管理である。それらの対策案は、旅館以外にも、避難開始が遅れやすい建物や、 夜間利用があるにも関わらず従業員が少ない建物、可燃物管理が可能な建物で 効果が期待できる。
	夜間の従業員が少ない	⑤				
	客室以外の可燃物管理が可能	⑦				
	利用状態の管理が可能	④				
本旅館 特有	階段が区画されていない	①②③⑤		①⑥	考察	本旅館に効果のある対策案は、①直接屋外避難、⑥人数制限である。それらの対 策案は、本旅館以外にも、上層階から直接屋外に避難できる設備がある建物や大 人数が集まる建物に効果が期待できる。
	本造である	－				
	高齢者や外国人等の災害弱者が多い	－				
	最上階に食堂がある	⑥				
	避難動線が分かりづらい	⑤				
	客室に避難はしごが設置	①				
		： 防災計画上の問題点				
		： 防災計画上有利に働く可能性のある特徴				

参考文献

- 1) BRI2002 二層ゾーン建物内煙流動モデルと予測計算プログラム，建築研究振興協会，2003.3
- 2) 避難安全性能評価業務方法書，(財)日本建築センター,2000
- 3) 国土交通省住宅局建築指導課他 編；2001 年版 避難安全検証法の解説及び計算例とその解説，井上書院，2001.3
- 4) 総合技術開発プロジェクト「建築物の防火設計法の開発」報告書，建設省大臣官房技術調査室，1988.12
- 5) 中野美奈他，就寝状態における避難開始時間に関する実験的研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，2000
- 6) 中野美奈他，防火対策の設置と信頼度が避難安全性と防火コストに及ぼす影響，日本建築学会計画系論文集 第 516 号，1999.2