

# 街路をまたぐ燃え広がりに対する 平入町家の延焼抑止性能評価と要因分析

Evaluation and Factor Analysis on the Performance of Traditional Townhouse with Side-Gabled Roof Against Fire Spread from Across the Street

遠藤裕太郎<sup>1</sup>・大窪健之<sup>2</sup>・金度源<sup>3</sup>

Yutaro Endo, Takeyuki Okubo and Downon Kim

<sup>1</sup>立命館大学大学院 理工学研究科環境都市専攻 博士課程前期課程 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Graduate Student, Ritsumeikan University, Graduate school of Science and Engineering

<sup>2</sup>立命館大学教授 理工学部環境都市工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Professor, Ritsumeikan University, Dept. of Civil and Environmental Engineering

<sup>3</sup>立命館大学准教授 理工学部環境都市工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

Associate Professor, Ritsumeikan University, Dept. of Civil and Environmental Engineering

In many historic areas of Japan, traditional townhouses with side-gabled roof are in line with both sides of the street. According to one theory, it is believed that such a streetscape has been created historically to prevent the fire spreading from across the street; however, the effectiveness is not revealed. In this paper, to evaluate effectiveness of fire spreading mitigation caused by traditional houses with side-gabled roof, the analysis of fire spreading was conducted for each one constructed in early modern and modern period using mathematical fire spread model based on fire experiment. The result shows that early modern's one delay the fire spread compared to modern one. The result indicates that the eaves height of townhouse influence the speed of fire spreading.

**Keywords:** traditional house, side-gabled roof, forecast of fire spreading, fire spread model

## 1. はじめに

### (1) 研究の背景

日本各地には歴史的集落・町並みが数多く存在する。重要伝統的建造物群保存地区（以下、重伝建地区）は、中でも歴史的価値の高い町並みとされ、43道府県101市町村123地区<sup>※1</sup>が保全の対象となっている<sup>1</sup>。しかし、多くの重伝建地区は木造の建物が建て詰まり、火災発生時には容易に延焼火災へと発展する危険性を抱えている。このため今後も保全を続けていくには、町並みの火災特性を把握した上で、町並みと火災安全の調和を図れるような対策を講じていくことが欠かせない。

一方、重伝建地区を始めとする歴史的な町並みは、その長い歴史の中で幾度もの火災を潜り抜けてきた結果として今に遺されてきたともいえる。そのため、歴史的な町並みでは火災の被害を最小限に抑えるための工夫が、建築様式や町並みとして昇華され、伝統的な景観を形成している場合も少なくない<sup>2</sup>。

全国の重伝建地区の中には、街路を挟んで平入の軒が向かい合う伝統的な町並景観が多くみられるが、近年では、こうした町並みそのものも防火上の工夫であったとする仮説が提唱されている。それによると、屋根を街路に向け軒を低く保つことで、街路を挟んで向かいから吹き上がる火災の影響を回避していたと考えられている<sup>2</sup>。

これまで平入町家の延焼抑止性能については、安井らの軒裏から建物内部への延焼防止に関する実験的研究<sup>3)</sup>、樋本らの軒下火炎による隣棟延焼に関する実験的研究<sup>4)</sup>等がある。しかし、多くは軒下からの燃え広がりを評価したものであり、街路を挟んで向かい合う建物からの燃え広がりを評価したものはみられない。

また平入町家の軒については、一般的には時代が下るにつれて高くなることが知られており、野村ら<sup>5)</sup>は近代以降に全国的な急上昇があったことを指摘している。このため先述した仮説に立脚すれば、軒の高い近代以降の町家では軒の低い近世の町家と比較して、延焼抑止性能が異なる可能性が考えられる。

## (2) 研究の目的

そこで本研究では、近世ならびに近代に建築された実在する平入の町並みを対象に、工学的な延焼モデルを用いた延焼予測評価を行うことにより、平入町家の街路を挟み向かい合う建物からの延焼抑止性能を時代区毎に検証し、延焼抑止性能に影響を与える要因分析を行うことを目的とする。

平入町家における延焼抑止性能の一端を明らかにできれば、平入の町並み特有の火災特性の把握や歴史的景観に配慮した火災安全対策の検討に資することが予想され、今後の町並み保全に有益であると考えられる。

## (3) 研究の流れ

まず全国の歴史的町並みの中から、近世と近代に建築された町家が残る平入の歴史的な町並みを選定し(2章)、その町並みの特徴を踏まえて既往の延焼モデルを改良する(3章)。次に、選定した町並みから評価の対象となる近世と近代の平入町家を設定し、モデル化を行う(4章)。これらを踏まえ、街路を挟んだ向かいの建物から平入町家への延焼予測評価を行い、平入町家の延焼抑止性能の検証を行う(5章)。

## (4) 用語の定義

「近世」と「近代」の用語使用については、一般に安土桃山時代から江戸時代を「近世」、明治時代から昭和戦前までを「近代」とするが多いが、ここでは現存する最古の町家(栗山家住宅、1607年築)が江戸時代であることを踏まえ<sup>6)</sup>、江戸時代を「近世」、明治時代から昭和戦前までを「近代」として用いる。

## 2. 対象地区の選定

### (1) 対象地区の選定

対象地区には、近世と近代の町家が残る平入の歴史的な町並みを選定する。本研究では、歴史的な町並みとして重伝建地区(全120地区)に着目した。その上で下記a)~e)の手順により、近世と近代の町家が残る平入の町並みの絞り込みを行った。

#### a) 町家により町並みが形成される地区の選定：76地区

町家を「接道」・「沿道」型住宅とした伊藤<sup>6)</sup>の定義に基づき、表1の文献を参照し、それに該当しない非「接道」・非「沿道」型住宅による町並みを取り除くことで、町家による町並み76地区への絞り込みを行った<sup>※2)</sup>。

#### b) 町家の屋根形式が平入である地区の選定：47地区

表1の文献を参照し、町家の屋根形式が平入である47地区<sup>※3)</sup>への絞り込みを行った。

#### c) 平入町家が集団として残り町並みを形成する地区の把握：23地区

集団を「伝統的建造物<sup>※4)</sup>に指定された平入の町家<sup>※5)</sup>が街路に沿って3以上連続し帯状となって他の土地利用を排除して形成するもの」として<sup>※6)</sup>、表1の文献より集団が残る地区を選出し、伝統的建造物の総数に対して集団を形成する平入町家数の割合が高い23地区(上位半数)への絞り込みを行った。

#### d) 近世と近代に建築された平入町家の各集団が残る地区の選定<sup>※7)</sup>

表1の文献を参照し、同一地区内で近世と近代の平入町家の集団がそれぞれ1つ以上確認される11地区<sup>※8)</sup>への絞り込みを行った。このうち、集団を構成する平入の町家数の割合が最も高い榎原市今井町重伝建地区(以下、今井地区)を対象地区に選定した。

表1 地区選出の分析資料

資料番号	資料名	出版	備考
1	歴史と文化の町並み事典 重要伝統的建造物群保存地区全109	中央公論美術出版	
2	~の町並み 日本の町並み調査報告書集成	東洋書林海路書院	伝統的建造物の総数に対して集団を構成する平入町家数の割合が高い上位半数23地区のみ参照
3	伝統的建造物群 保存対策調査報告書	各市町村教育委員会	
4	地区保存活用計画		資料番号1に記載されていない地区ならびに条件に該当する記載が確認されない地区のみ参照
5	文化庁HP 「伝統的建造物群保存地区」		

e) (今井地区に対して) 街路幅員の大きさが異なる地区の選定

街路幅員の大きさが延焼抑止性能に影響を与える可能性が考えられるため、上述したa)~d)に該当する地区の中から今井地区と幅員の異なる地区として、表1の文献を参照し、恵那市岩村町本通り重伝建地区(以下、岩村地区)と東御市海野宿重伝建地区(以下、海野地区)の2地区を選定した。

(2) 対象地区の概要

a) 今井地区

今井地区は、奈良県に所在し、中世末期の寺内町を原型とした歴史的市街地である。旧環濠で囲まれた地区内では、東西6本、南北に9本の幅3mに満たない街路により街区が形成され、近世からの短冊状の町割が踏襲されている<sup>8)9)</sup>。主屋は街路に面して平入で、江戸前期からのものが残り、伝統的な平入の町筋景観を形成している<sup>8)9)</sup>(写真1)。このうち、江戸・明治期のものは大壁造で軒が低く、大正・昭和戦前期のものは真壁造で軒が高くなることが知られている<sup>9)</sup>。



写真1 今井地区の平入景観

b) 岩村地区

岩村地区は、岐阜県に所在し、本通りと呼ばれる平均幅員5.7m、東西延長1.3kmの道路<sup>10)11)</sup>両側を範囲としている。岩村城下の町人地として成立し、短冊型の地割りが現在も残る<sup>10)</sup>。通りの両側には平入の主屋が建ち並ぶが、軒切りが行われたため<sup>12)</sup>、軒の短い特徴的な平入景観がみられる(写真2)。主屋は江戸後期からのものが残り、軒高は明治後期から昭和戦前にかけて高くなるとされている<sup>10)</sup>。



写真2 岩村地区の平入景観

c) 海野地区

海野地区は、長野県に所在し、江戸期には宿場町として、明治・大正期には養蚕町として栄えた歴史を持つ。短冊状の町割を基本に、幅員10mの街道の両側には平入の主屋が並ぶ<sup>13)14)</sup>落ち着いた平入景観を形成している(写真3)。このうち、江戸期のものは背の低い旅籠屋形式で、明治・大正期のものは背が高く超屋根をあげたものも多い<sup>13)</sup>。



写真3 海野地区の平入景観

3. 延焼モデルの設定

(1) 基本とする延焼モデル

本研究では、国土交通省総合技術開発プロジェクトで開発された延焼モデル<sup>15)16)</sup>を用いる。このモデルは、区画<sup>※9)</sup>という空間を単位とし、市街地の火災拡大を区画の火災進行と区画間の熱移動の連鎖として記述したものである。ここでは、区画の火災進行が区画の構造毎にシナリオ化され、火災区画からの熱量等に応じて火災と熱気流を想定した区画間の熱移動を予測している。

このモデルは火災実験に基づくため、実際の火災に近い延焼を評価できる一方、建物の熱源形状については実験条件に即して幅と奥行の長さが等しいものを仮定している<sup>17)18)</sup>。すなわち、平入町家に代表される短冊状の建物について十分な検討を加えたものではない。そこで、続く(2)に示すように対象地区における建物の形状を考慮して延焼モデルの設定を行った。

(2) 延焼モデルの設定

対象地区における建物形状に着目して、延焼モデルの設定を行う。

建物形状は、いずれの対象地区においても短冊状の地割りが良く残ることから、奥行きのある細長いものが多い。こうした建物が燃焼した場合に、熱源の形状が帯状に近いものとなると仮定し、既往の模型実験等により精度が検証された帯状熱源のモデルに

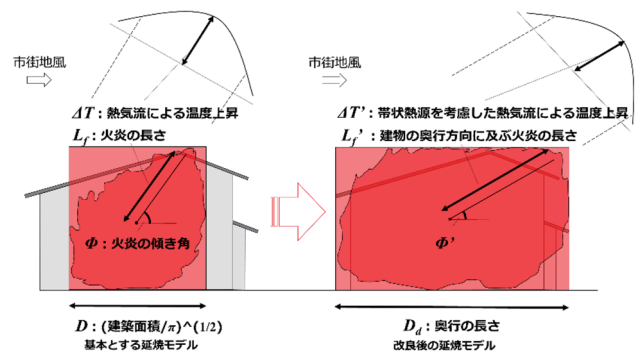


図1 延焼モデルの改良



置き換えることで、延焼モデルの改良を行う。

図1は延焼モデルの改良を模式的に描いたものである。また図2～図4は、改良に用いた式を示したものである。ここでは、熱源の代表長さとして区画の奥行きを設定し、奥行方向に長さを持つ熱源として、火炎や熱気流による影響を表している。なお、火炎については樋本ら<sup>19)</sup>により導かれた帯状熱源の無次元発熱速度(図2式(2))と佐賀<sup>20)</sup>の帯状熱源における火炎の傾きの結果(図3)を採用し、熱気流については、林ら<sup>18)</sup>による帯状熱源からの風下温度分布の結果(図4)を採用した<sup>\*10)</sup>。

[火炎の長さ $L_f'$ ]

$$L_f' = 3.3 Q_f'^n D_d \cdot 0.5 H_c \begin{cases} n=2/3 & Q_f' < 1.0 \\ n=2/5 & 1.0 \leq Q_f' \end{cases} \quad (1)$$

$$Q_f' = Q / \rho_a C_p T_a g^{1/2} D_d^{3/2} D_w \quad (2)$$

$L_f'$ : 帯状熱源を考慮した火炎軸長さ(m)、  
 $Q_f'$ : 帯状熱源の無次元発熱速度、  
 $H_c$ : 区画の高さ(m)、 $Q$ : 区画の発熱速度(kW)、  
 $D_w$ : 区画の間口幅(m)、  
 $\rho_a$ : 外気密度(=353/ $T_a$ (kg/m<sup>3</sup>))、 $D_d$ : 区画の奥行き(m)、  
 $C_p$ : 空気の定圧比熱(=1.0(kJ/kg/K))、  
 $T_a$ : 外気温度(K)、重力加速度(=9.8(m/s<sup>2</sup>))

図2 改良後の火炎の長さ $L_f'$ 算定式

[火炎の傾き $\phi'$ ]

$$\tan \phi' = C_f A'^c F_r^d \quad (3)$$

$$F_r = \frac{U_w}{\sqrt{g D_d}} \quad (4)$$

$$A' = \frac{U_w (D_d)^{1/3}}{\left\{ \frac{Q_g}{(C_p \rho_a T_a)} \right\}^{1/3}} \quad (5)$$

$\phi'$ : 帯状熱源を考慮した火炎の傾き角(rad)、 $C_f=0.1$ 、 $c=3/4$ 、 $d=-0.065$ 、  
 $F_r$ : フルード数、 $U_w$ : 市街地風速、  
 $A'$ : 帯状熱源の無次元風速

図3 改良後の火炎の傾き $\phi'$ 算定式

[熱気流による温度上昇 $\Delta T'$ ]

$$\Delta T'(x,z) = \left[ 2.0 \exp \left\{ -1.75^2 \left( \frac{z}{x} A' F_r^n - 0.37 \right)^2 + 0.05 \right\} \right] \quad (6)$$

$$\times A'^3 F_r^{-1} \left( \frac{Q^2 T_a}{C_p^2 \rho_a^2 g} \right) D_c^{-1/3} x^{-4/3} \quad (7)$$

$$A = \frac{U_w (D_c)^{1/3}}{\left\{ \frac{Q_g}{(C_p \rho_a T_a)} \right\}^{1/3}} \quad (8)$$

$$D_c = \sqrt{A} / \pi$$

$x$ : 区画から受熱点までの水平距離(m)、  
 $z$ : 区画から受熱点までの鉛直距離(m)、  
 $D_c$ : 熱気流における帯状熱源の代表長さ(m)、 $s=0.5$ 、 $t=-0.8833$ 、  
 $n=0.0975$ 、 $A$ : 熱気流における帯状熱源の無次元風速、  
 $\Delta T'$ : 帯状熱源を考慮した熱気流による温度上昇(K)

図4 改良後の熱気流による温度上昇 $\Delta T'$ 算定式

#### 4. 延焼抑止性能の評価方法

##### (1) 評価の概要

3で改良を行った延焼モデルを用いて、近世と近代の平入町家を対象に街路をまたぐ建物からの延焼抑止性能の検証、ならびにそれに影響を与える要因の分析を行う。対象地区全域を評価の対象とすると、平入町家のどの部分が延焼抑止に影響を与えるのかが把握しにくいので、本研究では各対象地区で近世、近代の町家の集団がそれぞれ残る街区から、出火建物と街路を挟み向かいに位置する受熱建物(集団を形成する平入町家)を1棟ずつ選定し、これら建物間の燃え移りの評価を行う。

燃え移りを評価する延焼計算では、時間ステップを50秒として、出火から向かいの平入町家へ燃え移るまでを計算時間とした。また、町家への燃え移りは可燃物の着火限界熱量(=15kW/m<sup>2</sup>)<sup>21)</sup>を超えた場合に発生するものとした。この他の計算条件は(2)～(4)に示すように設定した。

##### (2) 気象条件の設定(表2)

気象条件は、対象地区の直近で標高差の少ない気象観測所の記録を参照した<sup>22)</sup>。風速については、過去10年間の平均風速及び最大風速の95パーセンタイルを設定し、風向については、設定した風速それぞれの最多風向に設定した。また、気温については、過去10年間の平均気温に設定した。

表2 気象条件

		今井地区	岩村地区	海野地区
気象観測所		奈良	恵那	東御
風速 (最多風向)	最大風速の 95パーセンタイル	12.8m/s (北東)	9.7m/s (南西)	12.8m/s (北)
	平均風速	1.6m/s (北北西)	1.5m/s (南西)	2.1m/s (北北東)
平均気温		15.6°C	13.6°C	9.7°C

近世の町家集団が残る街区(今井地区)		近代の町家集団が残る街区(今井地区)	

伝統的建造物: 江戸時代(赤), 明治時代(青), 大正時代~昭和戦前(白), 昭和戦後(黒), 不明(グレー)  
 非伝統的建造物(白)  
 近世の平入町家の集団(赤線), 近代の平入町家の集団(青線)

図5 平入町家の集団が残る街区(今井地区)

##### (3) 近世、近代の町家の集団が残る街区の選定

各対象地区で近世、近代のそれぞれの集団を有する街区を選定する。ここでは、選定する街区を次の3つの条件に満たすものとした。1つ目は、集団が向かいの建物に対して風下側に位置すること。延焼方向は風の影響を大きく受けるため、延焼抑止性能を検証する本研究では安全側にとる必要があると考えた。2つ目は、近代の集団が軒高上昇時期以降の平入町家で構成されること。これは対象地区によって軒高の上昇時期が異なるためである。3つ目は集団と向かいの建物が地区内にあるもの。地区内外で街路幅員の大きさが異なる可能性があるため、この条件を設けた。

以上の条件に基づき、図5～図7に示すように街

区を設定した※11)。

a) 出火建物の設定

設定した街区から、集団の向かいに位置する建物1棟を出火建物に設定する。ここでは、出火建物の火災進行を統一するために裸木造であること、また安全側をとるために火災規模が大きいこと※12)を条件に、図5～図7に示す建物を設定した。設定した出火建物に関する情報は表3に示す通りである。なお、出火建物に関する情報については、現地調査、既往の町並み調査報告<sup>9)11)14)</sup>及び国土地理院の基盤地図情報<sup>23)</sup>を基に作成した。

b) 受熱建物の設定

設定した街区から、集団を構成する平入町家1棟を受熱建物に設定する。ここでは、安全側をとるため、出火建物から街路を挟み最短に位置することを条件に、図5～図7に示す建物を設定した。

(4) 平入町家のモデル化に関する設定

受熱建物に設定された平入町家について、その建築的特徴を踏まえてモデル化を行う。ここでは、座標系を用いて町家の建物形状を表現し、使用される部材特性を考慮して着火可能領域を設定する。まず町家の建物形状については、平面形状を国土地理院の基盤地図情報<sup>23)</sup>から作成し、詳細な町家形状を現地調査に基づき作成した。次に部材特性に関する情報については、現地調査と既往の町並み調査報告等<sup>9)11)12)14)</sup>に基づき作成した。モデル化した平入町家はいずれも木造で、屋根部材は瓦、外壁、軒先および軒裏の部材は木質系材料、土壁、漆喰塗壁のいずれかに分類された。ここでは、不燃材であ

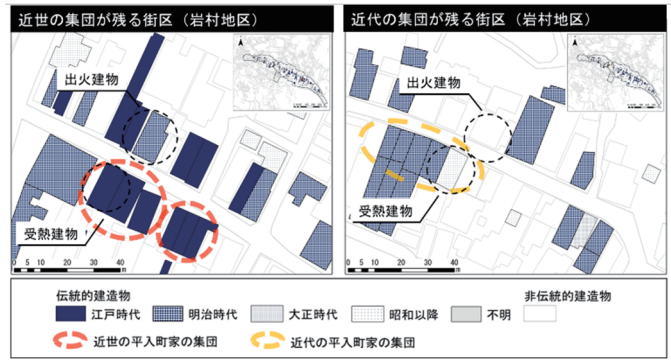


図6 平入町家の集団が残る街区 (岩村地区)

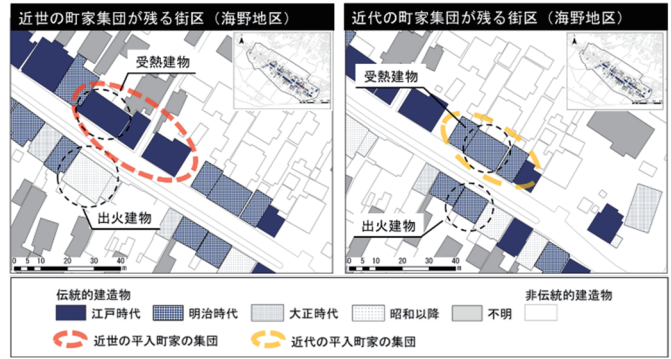


図7 平入町家の集団が残る街区 (海野地区)

表3 火災建物に関する情報

	今井地区		岩村地区		海野地区	
	近世	近代	近世	近代	近世	近代
構造	裸木造	裸木造	裸木造	裸木造	裸木造	裸木造
階数	2階	2階	2階	2階	2階	2階
高さ (m)	7.50	5.62	6.03	8.44	8.60	8.17
建築面積 (m <sup>2</sup> )	132.89	52.18	150.27	118.28	269.06	101.11
奥行き (m)	16.46	6.68	17.54	11.73	12.53	9.98
間口幅 (m)	8.60	10.38	9.04	8.44	15.26	10.14
用途	住宅	住宅	商店	住宅	住宅	住宅

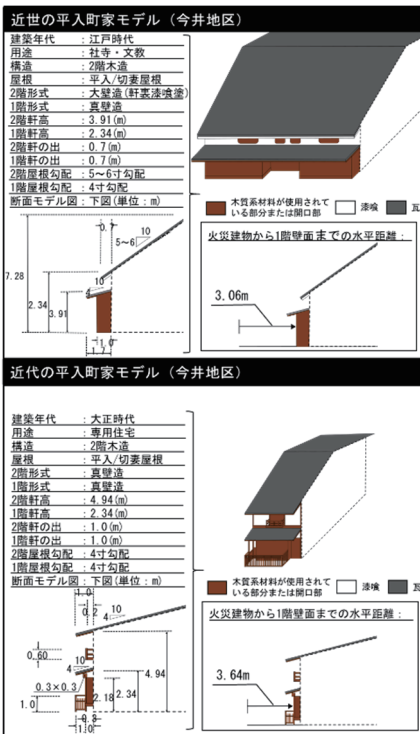


図8 平入町家モデル (今井地区)

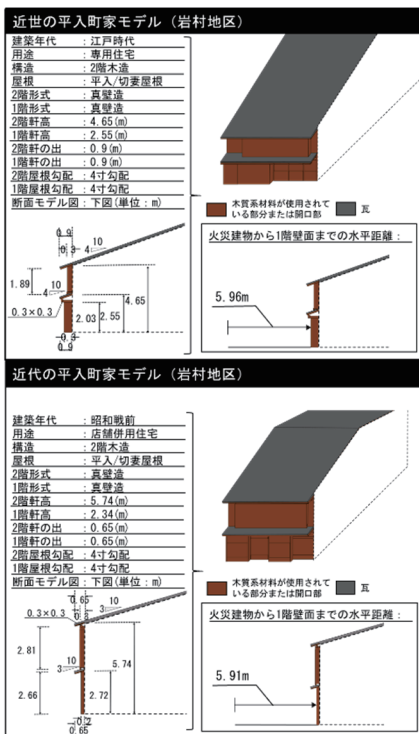


図9 平入町家モデル (岩村地区)

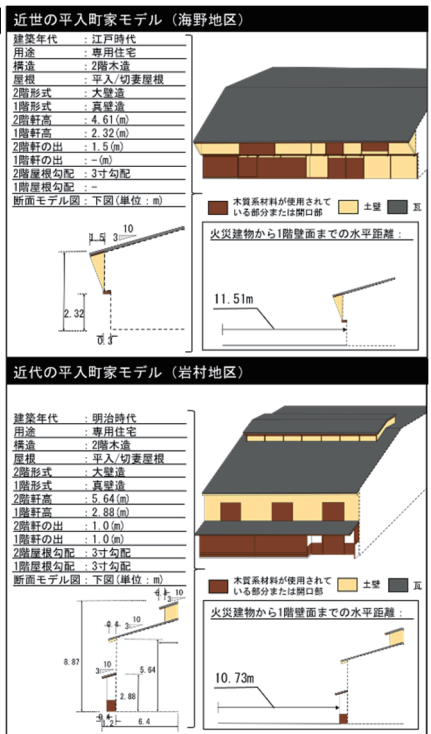


図10 平入町家モデル (海野地区)

る瓦や漆喰塗の部分に加え土壁部分<sup>24)25)</sup>についても燃え移りが生じないものとして、木質系材料が使用されている部分を着火可能領域に設定した。また、開口部についても、受熱時には開口部を介して内部の可燃物に燃え移りが生じるものとして<sup>15)</sup>、着火可能領域とした。

図8～図10は作成した平入の町家モデルを可視化したものである。これによると、いずれの地区においても、近代の町家モデルの方で軒高が1m程高いことが分かる。また地区ごとに町家モデルをみると、今井地区では近世の町家モデルが2階全面を漆喰で塗り籠めているのに対し、近代の町家モデルでは壁面や軒裏で木質系材料が露出している。岩村地区では他2地区と比較していずれの町家モデルも軒の出が短い一方、海野地区では近世の町家モデルが出梁造で2階の軒の出が深い。その他、火災建物からの距離は各対象地区内で概ね等しく、今井町で3m程度、岩村町本通りで6m程度、海野宿で11m程度である。

## 5. 延焼抑止性能評価の結果と分析

### (1) 各対象地区における町家モデルの燃え移り時刻

#### a) 平均風速時における燃え移り時刻

表4は平均風速時における各対象地区での町家モデルの燃え移り時刻を示したものである。これによると、燃え移り時刻は今井地区が最も早く、岩村地区、海野地区がそれに続いていることが分かる。これは街路幅員の影響によるもので、幅員が大きくなる程、燃え移るまでの時刻が遅くなることを示している。次に、近世と近代の時代区分で比較すると、いずれの地区においても近世の町家モデルで燃え移り時刻が遅くなる傾向が見られる。このことから、近世の町家は近代の町家と比較して一定の延焼遅延効果を有していることが推察される。

#### b) 最大風速時における燃え移り時刻

表5は、最大風速時における燃え移り時刻を示したものである。これによると、燃え移り時刻は平均風速時の結果と等しく、風速条件による違いはみられないことが分かる。

### (2) 各町家モデルが受けた熱量

延焼遅延効果の要因を分析するため、平均風速時<sup>※13)</sup>における各町家モデルの受熱量の比較を行う。

図11は、表4に示した燃え移り時刻における町家モデルの受熱量を受熱面毎に示したものである。これによると、いずれの町家モデルも2階で着火基準を超える受熱面が多くみられ、中でも火災建物に近い軒先では受熱量が最も大きい。このことから、多くの町家モデルが2階の軒先から着火したことが分かる。

表6は、受熱面の中でも特に受熱量の多い2階軒先に着目し、町家モデル毎に受熱量の時間変化を示したものである。近世と近代の町家モデルで受熱量を比較すると、いずれの対象地区においても出火から時間が経過するにつれて、近代の町家モデルの方で受熱量が大きくなることが分かる。これには、熱源と2階軒先の位置関係に影響を与える2階壁面の位置、軒の出や軒高が要因として挙げられる<sup>※14)</sup>が、近世と近代の町家モデルの2階壁面の位置が等しい岩村地区、近代に対し近世の町家モデルの軒の出が特に大きい海野地区でも同様の受熱量差がみられることから、前者2つは主な要因とはいえず、いずれの地区においてもモデル間の差異が共通している軒高が主たる要因と考えられる。ただし、例えば近代の町家モデルの着火時刻において、今井地区では受熱量の差が6kw/m<sup>2</sup>程であるのに対し、海野地区では1kw/m<sup>2</sup>にも満たないなど、対象地区毎に近世と近代の町家モデルの受熱量の差にはばらつきがみられる。これは、先に述べたような要因が挙げられ、今井地区では近世の町家モデルが1階に対して2階壁面の位置が後退していること、海野地区で

表4 平均風速時の燃え移り時刻

出火後(s)	燃え移り時刻					
	今井地区		岩村地区		海野地区	
	近世	近代	近世	近代	近世	近代
0	×	×	×	×	×	×
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
350	×	×	×	×	×	×
400	×	○	×	×	×	×
450	○	—	×	×	×	×
500	—	—	×	○	×	×
550	—	—	○	—	×	×
600	—	—	—	—	×	○
650	—	—	—	—	○	—

※○は燃え移り、×は燃え移り無しを示している

表5 最大風速時の燃え移り時刻

出火後(s)	燃え移り時刻					
	今井地区		岩村地区		海野地区	
	近世	近代	近世	近代	近世	近代
0	×	×	×	×	×	×
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
350	×	×	×	×	×	×
400	×	○	×	×	×	×
450	○	—	×	×	×	×
500	—	—	×	○	×	×
550	—	—	○	—	×	×
600	—	—	—	—	×	○
650	—	—	—	—	○	—

※○は燃え移り、×は燃え移り無しを示している

表6 2階軒先における受熱量の時間変化 (平均風速の場合)

出火後(s)	2階②軒先の受熱量 [kW/m <sup>2</sup> ]					
	今井地区		岩村地区		海野地区	
	近世	近代	近世	近代	近世	近代
50	0.13	0.13	0.07	0.10	0.72	0.10
100	0.53	0.52	0.29	0.40	0.97	0.32
150	1.18	1.17	0.66	0.91	1.37	0.66
200	2.10	2.08	1.17	1.61	1.91	1.13
250	3.28	3.26	1.83	2.52	2.60	1.77
300	5.22	5.58	2.88	3.63	3.60	2.49
350	7.97	9.59	4.32	5.41	4.64	3.53
400	11.90	17.09	6.29	8.76	5.83	6.09
450	17.50	—	9.03	11.09	7.50	6.59
500	—	—	12.81	15.55	9.52	8.83
550	—	—	18.13	—	12.00	11.81
600	—	—	—	—	14.96	15.85
650	—	—	—	—	18.12	—

※ここでは、各受熱面が受けた熱量の中で最大値を示した。



は近世の町家モデルの軒の出が大きいことが影響しているものと推測される。

## 6. 結論

### (1) 研究の成果

本研究では、近世と近代に建築された平入町家を対象に、工学的な延焼モデルを用いた延焼予測評価を行い、平入町家の街路を挟み向かい合う建物からの延焼抑止性能を検証と要因分析を行った。主要な成果を整理すると以下のようになる。

- 街路をまたぐ建物からの燃え広がりにおいて、近世の平入町家は近代の平入町家

と比較して燃え移り時刻が遅くなる傾向がみられた。このことは、近世の平入町家が一定の延焼遅延効果を有することを示している。なお、本研究で設定した検証条件においては、風速の大きさによらず延焼遅延効果は一定であった。

- 街路をまたぐ建物からの燃え広がりにおいて、近世と近代のいずれの平入町家も2階の軒先から燃え移りが生じやすい。その一方、2階軒先の受熱量を比較すると近代の町家で受熱量が大きくなる傾向がみられる。これは、近世の町家と比較して近代の町家の軒高が高いことが主な要因であり、この他に壁面の位置や軒の出等により受熱量は変化する。

### (2) 考察

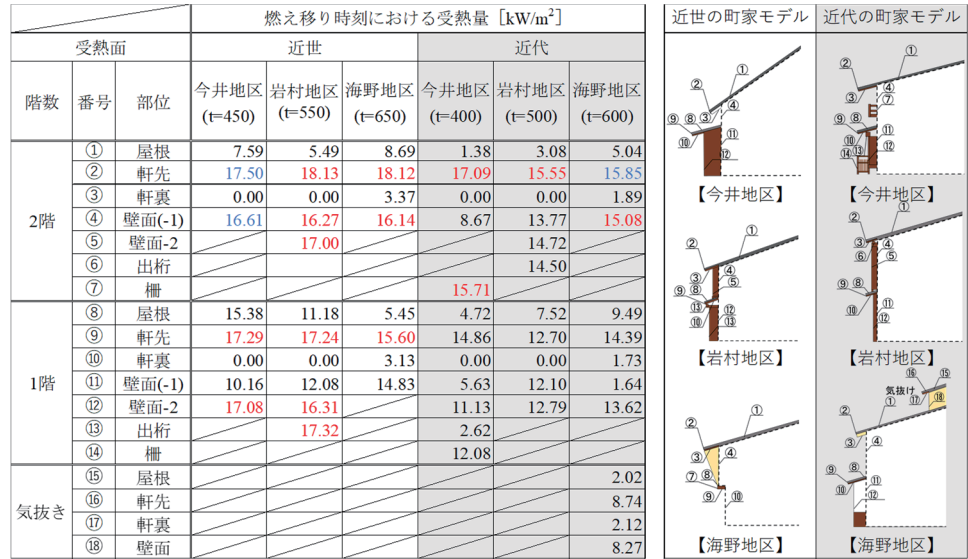
今回の検証では、軒の高い近代の平入町家と比較して軒の低い近世の平入町家は一定の延焼遅延効果を有することが分かった。また、燃え移り時刻において受熱量が最も大きい2階軒先では、主に軒の高さによって熱量に差が生じることが明らかになった。これらのことから、街路をまたぐ延焼の遅延効果は軒高によって生じていた可能性が高いと考えられる。また、その遅延効果には、時間ステップが粗いために正確な燃え移り時刻を把握することは難しいが、軒の出や2階壁面の位置によりばらつきが生じる可能性が考えられる。

検証で設定した風速条件の範囲では、延焼遅延効果に差は確認されなかった。これは、帯状熱源の影響によるもので、平均風速を想定した場合においても一定程度火災が傾いたために、風速差による違いが小さくなったものと考えられる。

延焼予測評価においては、漆喰塗壁と土壁への燃え移りが生じないものと仮定した。図13によると、今井地区の近世町家モデルと海野宿の近代町家モデルがその影響を受けていたことが分かる。しかし、いずれの町家モデルについても、着火可能な他の受熱面で同程度の熱量を受け、その受熱面から燃え移りが生じていることが分かる。このため、上記仮定が延焼遅延効果の評価に及ぼす影響は比較的小さいものと考えられる。

### (3) 今後の課題

本研究では、近世と近代の平入町家をそれぞれ3棟ずつサンプリングすることで、平入町家の街路をまたぐ延焼抑止性能の評価を行ったが、今後成果をより普遍的なものにしていくには、サンプリングの数を増やしたり、町家の部材や形状等を時代区分ごとに類型化する等して評価することが必要である。また評価においては、詳細な町家形状が与える影響を分析するため、火災建物と受熱建物を1棟とする仮想的な条件を設定したが、今後平入の町並が有する延焼抑止性能を総合的に評価していくうえでは、建物棟数の多い現実的な条件下での検証が必要である。この他、計算の時間ステップなど延焼計算の精密性の向上も必要である。



※赤字は木質系材料の部分・開口部で着火限界熱量を超えたもの、青字は漆喰塗壁・土壁部分で着火基準となる着火限界熱量を超えたものを示す。ここでは、各受熱面が受けた熱量の中で最大値を示した。

図11 燃え移り時刻における各町家モデルの受熱量 (平均風速の場合)

## 注釈

- ※1) 文1：令和2年12月13日現在。
- ※2) ここでは、いわゆる塀や垣に囲まれ敷地の奥に主屋が立つような配置形式をとる住宅を非「接道」・非「沿道」型住宅として、そのような配置形式をとる農家や武家屋敷等による町並み44地区を排除することで絞り込みを行った。
- ※3) 表1の文献より屋根形式が妻入である地区及びその混在が記載される地区については対象から外した。
- ※4) 伝統的建造物には、一般的に昭和戦前に建築された地区の伝統的・歴史的諸特性を有しているものが特定される場合が多い。時代区分による軒高の違いを考慮する本研究では、時代的特性が特に残されるものに注目する必要があると考え、伝統的建造物を扱った。
- ※5) 文6の伊藤による町家の定義に基づき、「接道」・「沿道」型住宅を満たすものとした。また、伝統的建造物の分布については表1の文献を参照し、平入かどうかについてはGoogle Earthから読み取りを行った。
- ※6) 文7では、都市火災に対する寺院群や武家地跡の緑地が有する延焼遮断機能に着目し、集団を「3以上の寺院や武家屋敷が帯状または塊状になって他の土地利用（介在道路等は除く）を排除して集団を形成されているもの」と定義し、全国の歴史地区から寺院群や武家地跡が残る地区の絞り込みを行っている。街区火災に対する平入の町並が有する延焼遅延効果に着目した本研究では、この定義を援用することで地区の選出を行った。
- ※7) 文5では、平入町家の軒高が近代以降に全国で急上昇したことに加え、その上昇時期が地域で異なる可能性を指摘している。このため、同一地区内で近世と近代の両町家が残る地区への絞り込みを行った。
- ※8) 建築年代の推定幅が広く近世から近代をまたぐような町家については、研究の対象から外した。
- ※9) 文17：「区画とは全体が一様に燃焼するとみなせる領域であり、共同住宅では、それぞれの住戸が区画となるが、戸建て住宅では、建物1棟全体が1区画となる」
- ※10) 文19では、長方形熱源を等面積の円形熱源に置き換え、その半径を熱源の長さとしている。なお、改良前の熱気流による温度上昇算出式については、正方形熱源を円形熱源に置き換え、その半径を熱源の長さとしていた。
- ※11) 条件を満たす街区が複数ある場合には、出火建物及び受熱建物の設定を行う観点から、集団の規模が大きいものを優先的に対象とした。
- ※12) 火災規模は用途、規模（面積や高さ等）を支配パラメータに持つ。ここでは、これらを考慮し火災建物を選定した。ただし、近世の町家の集団が残る街区については出火建物の火災規模が近代のそれと比べて小さくならないようにした。
- ※13) 風速条件によって評価結果に差がみられなかったため、平均風速時における結果を分析することで延焼遅延効果が生じた要因を把握できると考えた。
- ※14) 熱源と2階軒先の位置関係に影響を与える要因には屋根勾配も挙げられるが、軒高や軒の出等の要因と比較して、モデル間の差異が小さいため、主たる要因ではないものと考えた。

## 参考文献

- 1) 文化庁：重要伝統的建造物群保存一覧  
[https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/hozonchiku/judenken\\_ichiran.html](https://www.bunka.go.jp/seisaku/bunkazai/shokai/hozonchiku/judenken_ichiran.html)
- 2) 大窪健之：「歴史に学ぶ減災の知恵」、学芸出版社、198p、2012。
- 3) 安井昇、長谷見雄二、清水真理子、木村忠紀、田村佳英：京町家様式の化粧軒裏の各部仕様が火災時の遮熱・遮炎性能に及ぼす影響、日本建築学会構造系論文集第601号、pp.189-195、2006。
- 4) 樋本圭佑、出口嘉一：軒下部に衝突する火災による隣棟延焼に関する模型実験、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.191-192、2014。
- 5) 野村隆太、溝口正人、向口武志：近世後期から近代における町家の軒高変遷に関する研究、日本建築学会東海支部研究報告集、第57巻、pp553-556、2019。
- 6) 伊藤毅：「日本史リブレット35 町屋と町並み」、山川出版社、106p、2007。
- 7) M.Takamatsu and T.Okubo：Survey Analysis of Wooded Areas Around Temples and Former Samurai Residences in Urban Areas」、Journal of Disaster Research No.6(1)、pp.109-118、2011。
- 8) 文化庁：歴史と文化の町並み事典 重要伝統的建造物群保存地区全 109、中央公論美術出版、273p、2015。
- 9) 文化庁：歴史的環境保全市街地整備計画調査報告書、1978。
- 10) 岐阜県岩村町：岩村城下町伝統的建造物群保存対策調査報告書、1989。
- 11) 恵那市教育委員会：恵那市岩村地区本通り伝統的建造物群保存地区防災計画策定調査報告書、2005。
- 12) 恵那市教育委員会：岩村デザインガイド、2011。
- 13) 長野県東御市：東御市歴史的風致維持向上計画、2017。
- 14) 長野県小県郡東部町：海野宿町並調査報告、1986。
- 15) 国土交通省：「まちづくりににおける防災評価・対策技術の開発」報告書、pp15-199、2003。
- 16) 佐藤英人、林吉彦、岩見達也、大宮喜文：市街地火災延焼シミュレーションモデルの検証と適用、2005年度建築学会関東支部研究報告集、pp.281-284、2006。
- 17) 大宮喜文、林吉彦、岩見達也：市街地火災における延焼メカニズムの実験的解明、都市計画論文集第3号、pp25-30、2003。
- 18) 林吉彦、佐賀武司：有風下の火災気流の温度分布に関する実験的検討、日本建築学会環境系論文集第566号、pp25-32、2003。
- 19) 樋本圭佑、土橋常登、田中義昭、田中哮義：給気した火災室の開口から噴出する火炎・熱気流の温度と軌跡～開口噴出火炎・熱気流による火災拡大に関する研究 その1～、日本建築学会環境系論文集第598号、pp1-8、2005。
- 20) 佐賀武司：強風下における帯状熱源からの熱気流の風下温度分布、日本建築学会構造系論文報告集第408号、pp99-110、1990。
- 21) 樋本圭佑、田中哮義：都市火災の物理的延焼性予測モデルの開発、日本建築学会環境系論文集第607号、pp15-22、2006。
- 22) 気象庁：過去の気象データ・ダウンロード、<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>
- 23) 国土交通省国土院：基盤情報サイト、<https://www.gsi.go.jp/kiban/>
- 24) 樋本圭佑、田中哮義：延焼シミュレーションに基づく高山市三町地区の防火性能評価、日本建築学会大会学術講演梗概集第607号、pp337-338、2004。
- 25) 砂田陸、大窪健之、金度源：歴史的街区の伝統的な構成要素による延焼抑止効果に関する研究～高山三町・下二之町大新町重伝建築の土蔵群に着目して～、日本建築学会近畿支部研究報告集、pp481-484、2018。