伝統的な建築構成要素による延焼抑止効果に関する研究

～重要伝統的建造物群保存地区の袖壁・うだつに着目して～

立命館大学　理工学部　都市システム工学科
防災まちづくり研究室　修士1回生　竹内基起

研究の背景

歴史的な町並みの多くは木造密集市街地
⇒ 火災に対する危険性が大きい

⇩ 一方で

「減災の知恵※1)」と呼ばれる防災資源
⇒歴史的な町並みと共に継承されてきた

⇩

写真1　袖壁※2)

「袖壁・うだつ」
火災時、二階窓から炎が噴いた場合に隣家への延焼防止として古くから設置されてきた※2)可能性が指摘されている。

※1)大窪健之：「歴史に学ぶ減災の知恵」、2012.6
※2)高岡市金屋町伝統的建造物群保存地区防災計画報告書　平成29年3月14日

研究の目的

伝建地区の袖壁・うだつに延焼防止効果があると古くから言い伝えられている。

⇩

しかし、実験や延焼シミュレーション等で科学的に明らかにされていない。

⇩

写真2　うだつ

目的

樋本らが開発した物理的延焼性状予測モデル※1)を用いて延焼予測を行い、袖壁・うだつの防火性能を科学的に検証する。

袖壁・うだつが延焼抑止物として、防火能力を発揮する条件を明らかにする事を目的とする。

※1) 樋本圭佑、田中哮義：都市火災の物理的延焼性状予測モデルの開発、日本建築学会環境系論文集第607号、pp15-22、2006.9

対象地区の概要

本研究の対象地区

金屋町・郡上八幡北町・美濃町の一部を含む重伝建地区の周辺※1)

袖壁・うだつの設置理由

袖壁：二階窓から炎が噴いた場合に隣家への延焼防止となる※1)

うだつ：身分の象徴としてだけではなく、防火壁となる※2)

⇩

延焼拡大の抑制効果が期待できる

〇高岡市金屋町
地区防災計画に袖壁が2階窓から噴き出す噴出火炎に対して延焼防止があると明記している。

〇郡上市郡上八幡北町
防火を目的として設置されたとの明記されていないが、1つの通りでは袖壁が95%の民家に付属している※3)。

〇美濃市美濃町
地区の保存対策調査報告書に、うだつに防火効果があり、卯建の町並と明記されている。

※1)高岡市金屋町伝統的建造物群保存地区防災計画報告書　平成29年3月14日　※2)丸山俊明：「18～19世紀の京都の町並景観と瓦葺規制－江戸時代の京都の町並景観の研究（その2）－」日本建築学会計画系論文集　第587号2005年1月　※3)斎藤知恵子・三浦卓也「郡上八幡における歴史的資源調査」2007年10月日本都市計画学会　都市計画論文集No42-3

対象地区の概要

対象地区の伝建範囲と構造種別、袖壁・うだつ付属建物

対象通り：地区を南北に縦断する道路

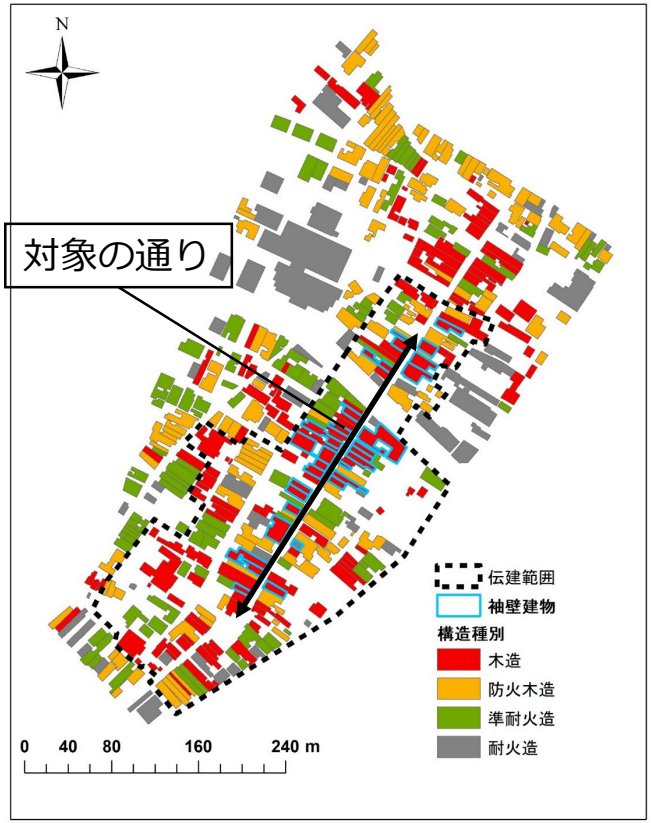


図1　金屋町の基礎情報

対象通り：地区を南北に縦断する道路

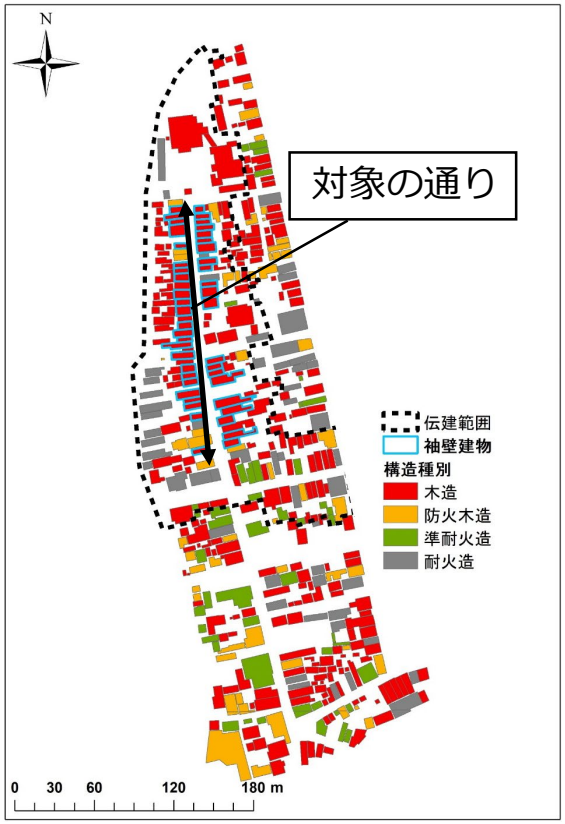


図2　郡上八幡北町の基礎情報

対象通り：地区の北側を東西に縦断する道路

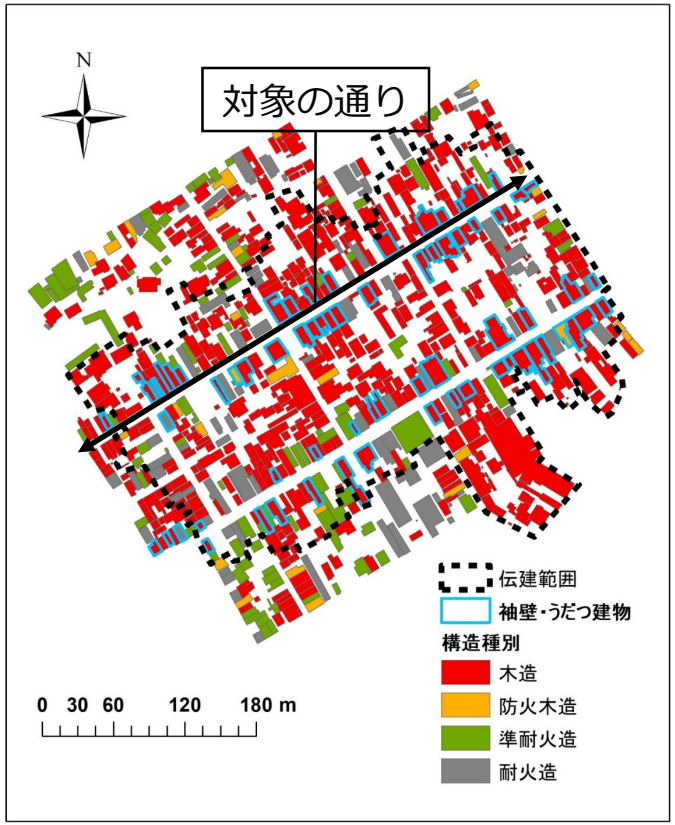


図3　美濃町の基礎情報

利用した物理的延焼性状予測モデル※1)の概要

市街地における火災拡大を現象の物理的な知見に基づいて定式化した延焼モデル

2つのモデルを統合
- 建物内部の火災性状予測
- 建物間の火災拡大性状予測

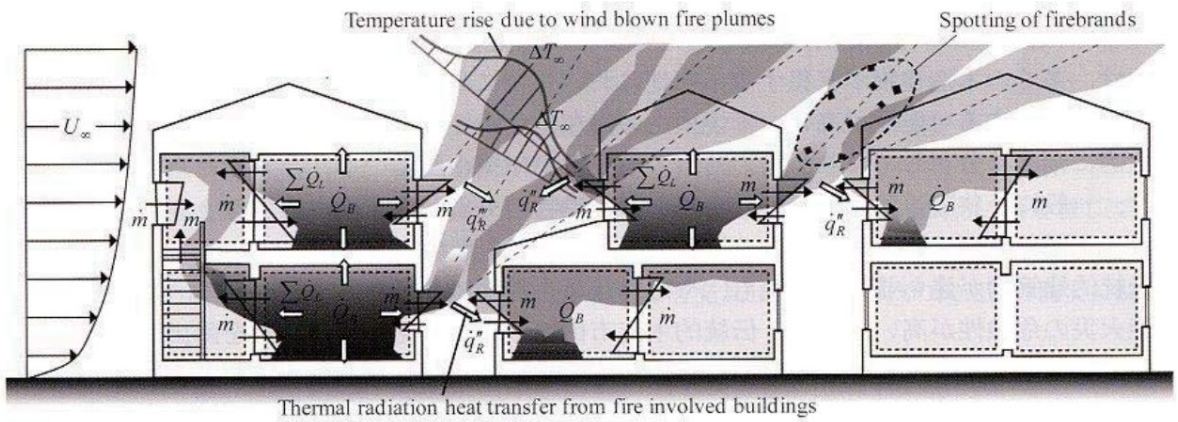


図4　物理的延焼性状予測モデル※1)

選定理由

- 個々の建物火災の延焼性状予測が可能
- 物理計算に基づくため、部分的な形状の違いを検証可能

※1)樋本圭佑、田中哮義：都市火災の物理的延焼性状予測モデルの開発、日本建築学会環境系論文集第607号、pp15-22、2006.9

袖壁・うだつの表現方法と分類

袖壁の表現方法

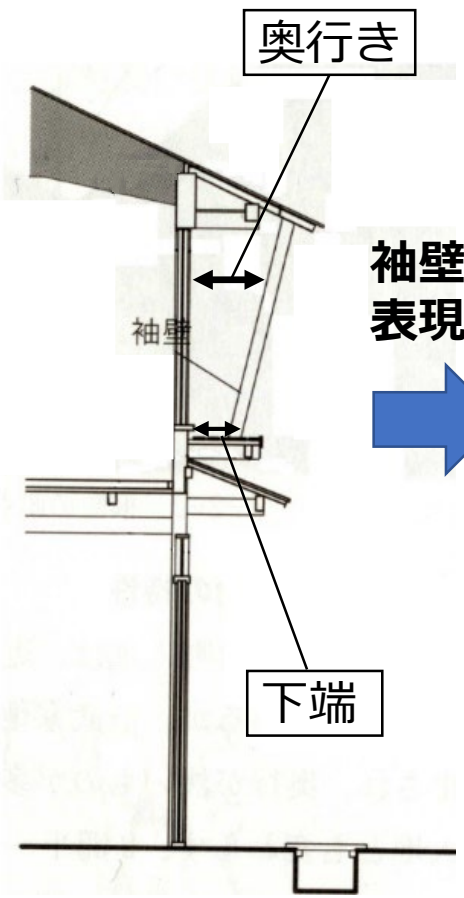


図5現実の袖壁

袖壁の表現

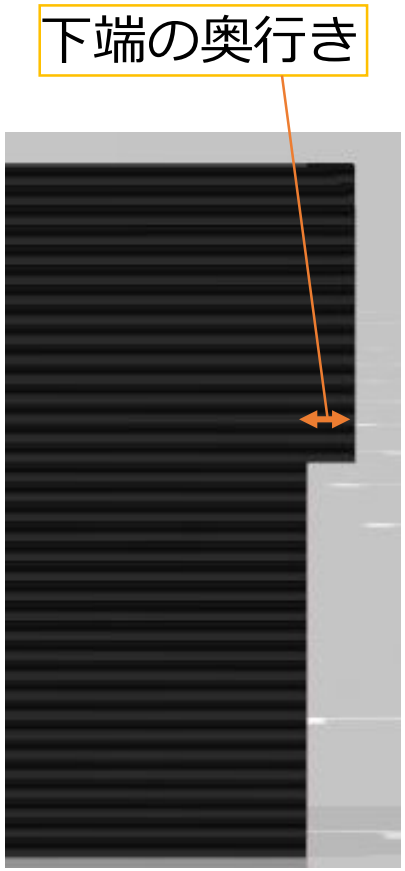


図6SIMの袖壁

袖壁の分類

写真３ 板材

写真４ 漆喰塗り

写真5 トタン

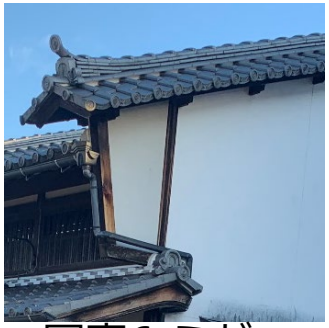


写真6 うだつ

表１ 材質属性分類※1)

袖壁･うだつの性質	建物属性
板材	木造
漆喰塗	木造
トタンのみ	防火木造
トタン（木部の露出あり）	木造

※1)樋本圭佑・向坊恭介・秋元康男・黒田良・北後明彦・田中哮義「地震動による建物構造被害と火災加熱による損傷の進行を考慮した地震火災延焼性状予測モデル」日本建築学会環境系論文集第653号、pp543-552、2010.7

シミュレーションにおける検証

①単純な条件下での検証（単純なモデル化）

②延焼遅延効果の検証（実在する街区）
→時間経過に沿った延焼動態

③延焼抑止効果の検証（実在する街区）
→地区全体で焼失リスクを算出

①単純な条件下での検証(モデル化)

風速に関して

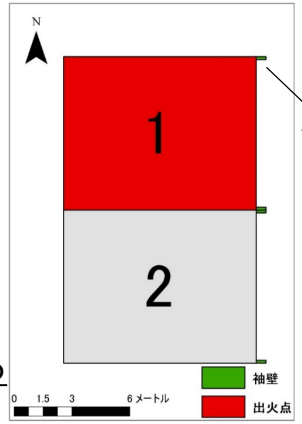


図7 単純な時のGIS図

差がある風速

表2 風速・風向変化（袖壁なし）

風速 (m/s)	静穏(0)	北(16)	東(4)	南(8)	西(12)
0	18.5				
1		21.5	19.5	18	18.5
2		18.5	18	18	18
5		19	19	20	19.5
10		18.5	19	18.5	19

（分後）

表3 風速・風向変化（袖壁あり）

風速 (m/s)	静穏(0)	北(16)	東(4)	南(8)	西(12)
0	24				
1		26.5	25	20.5	20
2		18	19	24	24
5		18	18.5	19	18.5
10		19	18.5	25	19.5

（分後）

効果がある条件

風が弱い(0~2m/s)時

隣家と面一に関して

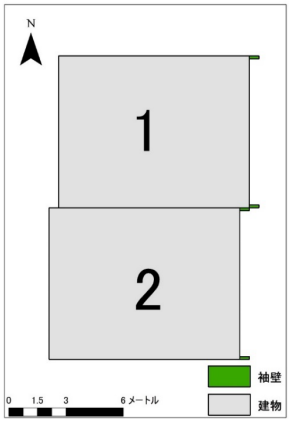


図8 面一でない場合（出火は1・2両方）

表4 袖壁1個分のずれ（袖壁なし）

面一でない場合		面一の場合
1→2	2→1	1→2
18.5	17.5	18.5

（分後）

差がない

表5 袖壁1個分のずれ（袖壁あり）

面一でない場合		面一の場合
1→2	2→1	1→2
18.75	18.5	24

（分後）

袖壁0.5個・1.5個・２個分のずれでも同様の結果

効果がある条件

隣家と面一である場合

出火建物以外に関して

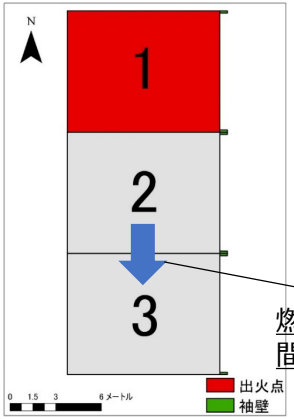


図9 2から3の影響

表6 出火点以外の建物（袖壁なし）

建物番号	1	2	3
着火時間	0	18.5 ←→	30.5
前の建物との差	0	18.5	12

（分）

表7 出火点以外の建物（袖壁あり）

建物番号	1	2	3
着火時間	0	24 ←→	36
前の建物との差	0	24	12

（分）

効果がある条件

出火建物に袖壁がある場合

①単純な条件下での検証(モデル化)

袖壁・うだつが延焼遅延効果を発揮する条件

○風が弱い時（０～２m/s）

○袖壁・うだつを付属している建物が隣家と面一の場合

○袖壁・うだつがある建物から出火する場合

以上の条件を考慮して、実際の町並みで
袖壁・うだつに延焼遅延効果があるか検証

②延焼遅延効果の検証(実在する街区)

検証②

単純な条件で検証したことが実際の地区で反映されるか検証するため、
袖壁・うだつがある建物近傍における時間経過に沿った延焼動態から、
袖壁・うだつの延焼遅延効果を検証する。

設定条件

○出火点：①袖壁・うだつが地区内で最も多く現存している通り
②袖壁・うだつがある家と隣家が妻側で面一
③他より比較的、家の裏に建物が配置されていない
④比較的隣家より面積が大きい家（安全側で評価）

○風速：0m/s

○風向：静穏

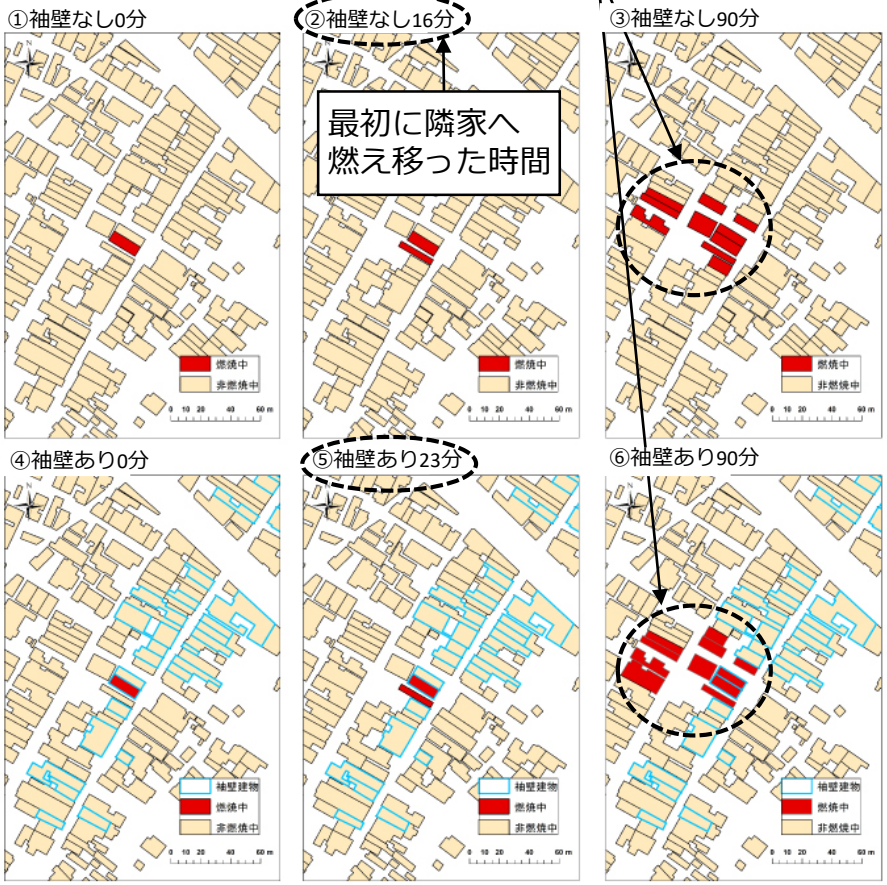
○気温：各地区の平均気温

②延焼遅延効果の検証(実在する街区)

金屋町

・最初に隣家へ燃え移った時間　②袖壁なし　16分　⑤袖壁あり　23分　7分遅延

・着火してから90分後の③と⑥の結果を比較すると**延焼範囲に大きな違いが見られない**。



郡上八幡北町

・最初に隣家へ燃え移った時間　②袖壁なし　35分　⑤袖壁あり　40分　5分遅延

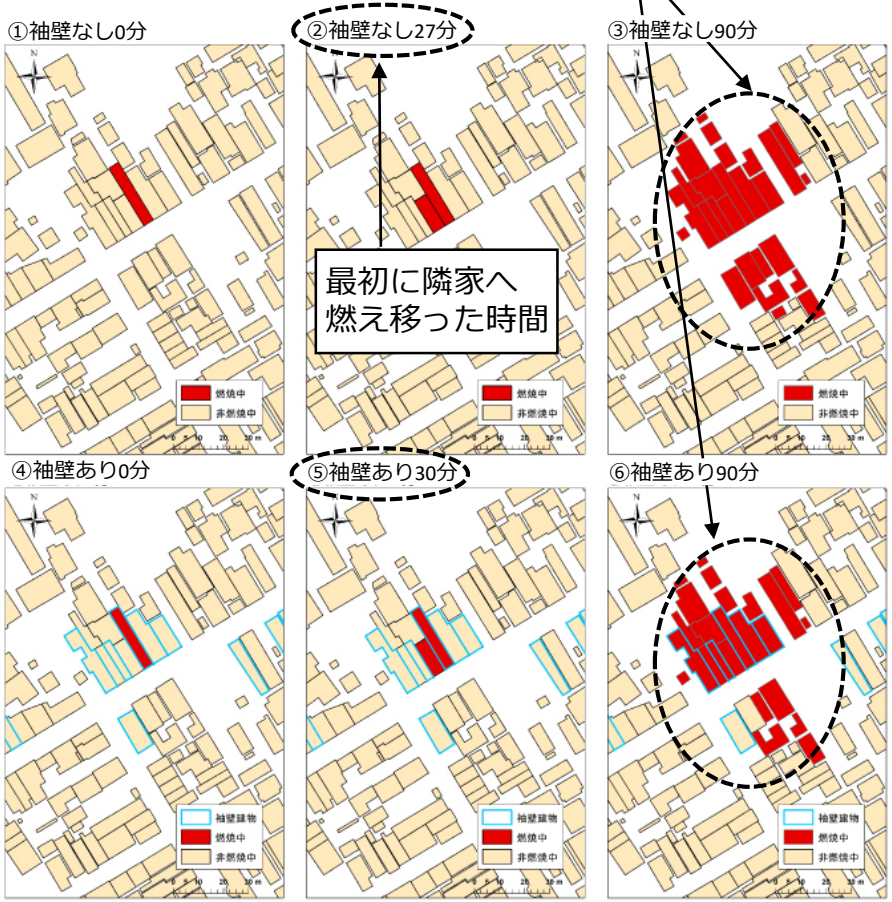
・③と⑥の延焼範囲に**大きな差は見られない**。

②延焼遅延効果の検証(実在する街区)

美濃町（袖壁）

・最初に隣家へ燃え移った時間　②袖壁なし　27分　⑤袖壁あり　30分　3分遅延

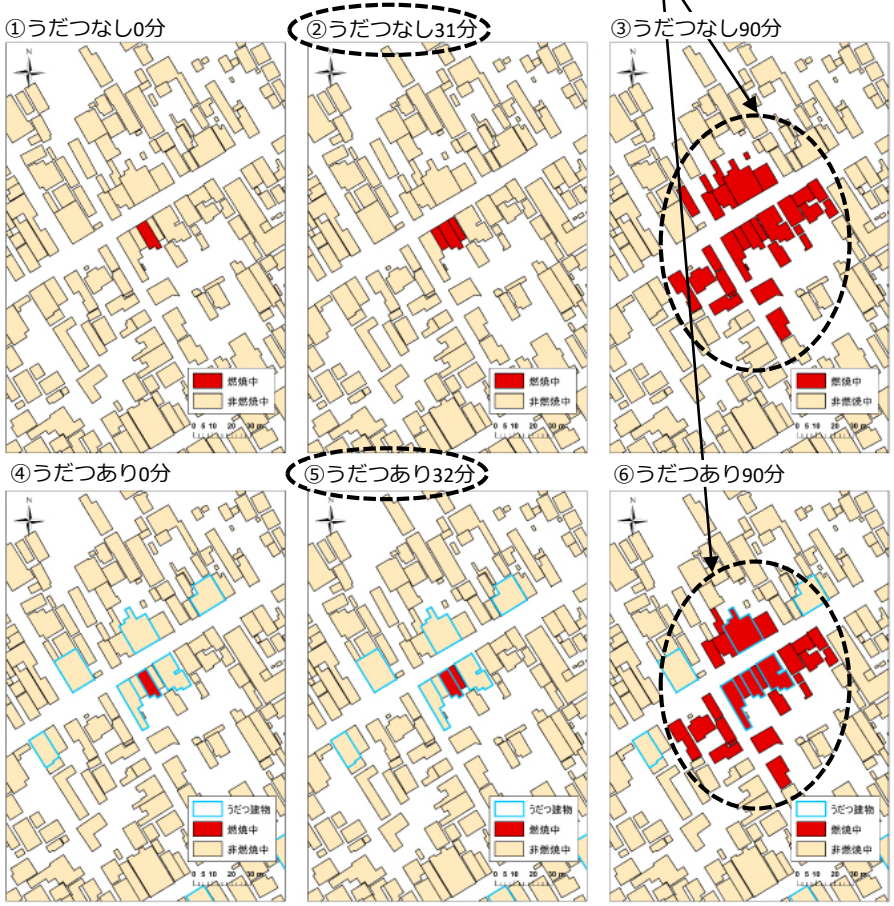
・③と⑥の延焼範囲に**大きな差は見られない**。



美濃町（うだつ）

・最初に隣家へ燃え移った時間　②うだつなし　31分　⑤うだつあり　32分　1分遅延

・③と⑥の延焼範囲に**大きな差は見られない**。



③延焼抑止効果に関する検証

検証③

地区単位で袖壁・うだつを一部反映させたときの袖壁・うだつの延焼抑止効果をモンテカルロシミュレーションと焼失リスク（建物が燃える確率）を用いて検証する。

設定条件

○計算時間：24時間
○反復試行回数：各地区の建物戸数の1倍
○出火点：ランダム
○気温：ランダム
○風速：ランダム
○風向：ランダム

焼失リスクの計算方法

$$焼失リスク(\%) = \frac{着火回数}{試行回数} \times 100$$

表8 各地区の風速条件や袖壁・うだつの寸法

	金屋町	郡上八幡北町	美濃町
高さ(m)	1.65	2.00	2.32
厚さ(m)	0.14	0.11	0.14
奥行き(m)	0.56	0.33	0.34
風速(m/s)	2.66	0.42	1.94

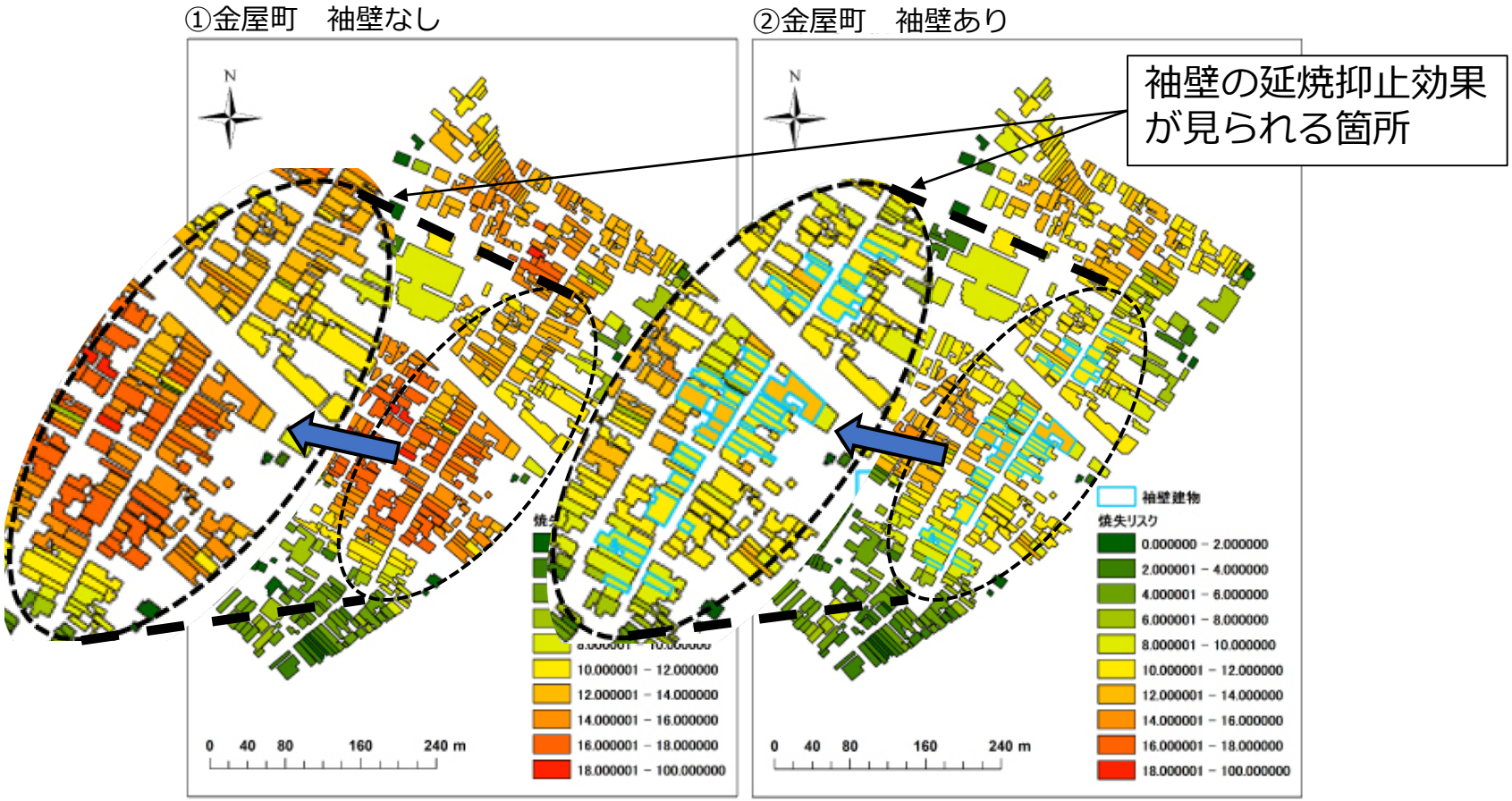
他の2地区より奥行きがある

他の2地区より大幅に小さい

③延焼抑止効果に関する検証

a)金屋町

金屋町は平均風速が2.66m/sと他の2地区と比べ風が強い。袖壁なしの場合より袖壁ありの場合の方が、焼失リスクが比較的低減されている。特に楕円で囲んである箇所では4%程度軽減されている。この箇所は袖壁が比較的現存している箇所である。



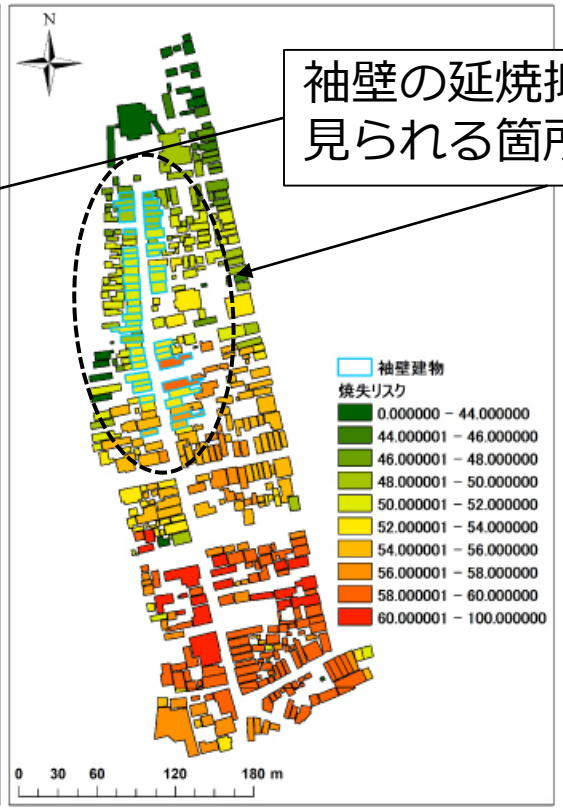
③延焼抑止効果に関する検証

b)郡上八幡北町

郡上八幡北町は平均風速が0.42m/sと他の2地区と比べて、風速が大幅に小さい。0mから0.2m/sまで(静穏)の割合が54%であり、年間を通して風が弱い地区である。郡上八幡北町においても袖壁ありの方が焼失リスクは、袖壁が反映されている職人町・鍛冶屋町において、2%程度低減されている。

①郡上八幡北町　袖壁なし

②郡上八幡北町　袖壁あり



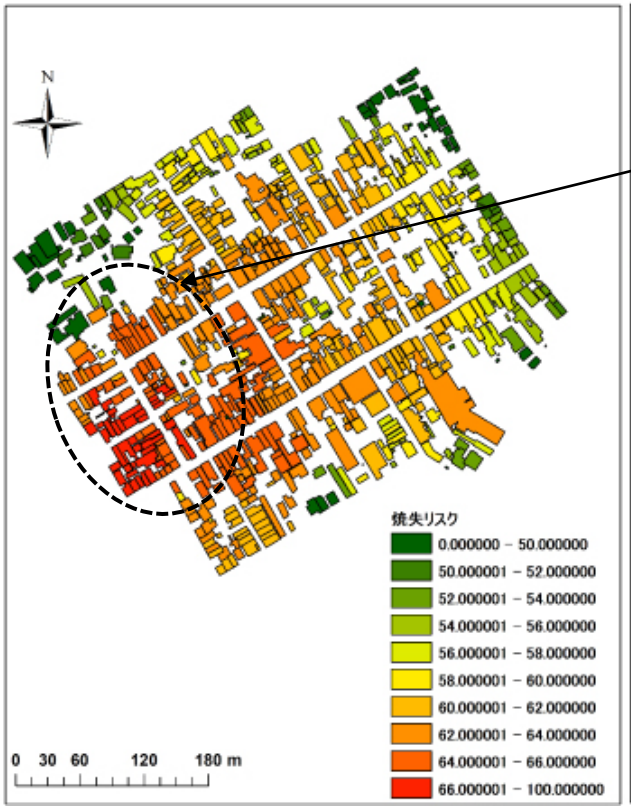
袖壁の延焼抑止効果が見られる箇所

③延焼抑止効果に関する検証

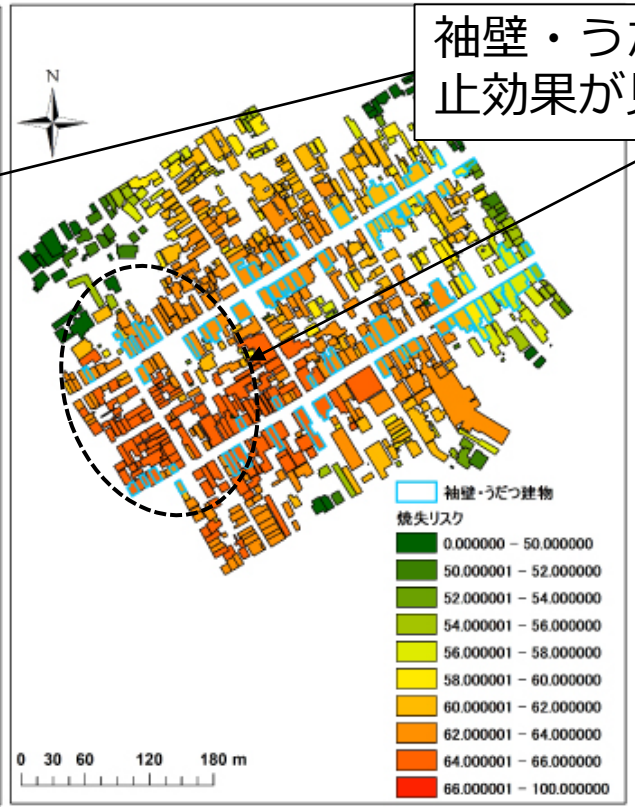
c)美濃町

美濃町は平均風速が1.94m/sであり、風向は約50%が北北東の風である。美濃町に関しては、袖壁とうだつの両方が現存しているので両方を反映させた。美濃町においても袖壁・うだつがある箇所では約1%程度であるが、焼失リスクの低減が見られた。

①美濃町　袖壁・うだつなし



②美濃町　袖壁・うだつあり



袖壁・うだつの延焼抑止効果が見られる箇所

結果のまとめ

①単純な条件下での検証

○風が弱い時（０～２m/s）
○袖壁が付属している建物が隣家と面一場合
○出火建物に袖壁がある場合
以上3点の時、延焼遅延効果が見られた。

②延焼遅延効果の検証

○風が弱い時（０～２m/s）
○袖壁が付属している建物が隣家と面一場合
○出火建物に袖壁がある場合

③延焼抑止効果の検証

袖壁・うだつが多く分布しているエリアでは1~4%程度であるが焼失リスクの低減が見られた。

⇩

袖壁・うだつによる延焼遅延効果を発揮する条件

⇨ **風が(０～２m/s)弱い・隣家と面一・出火建物に付属の場合**

結果の考察

延焼遅延効果に関して

○年間を通して風が弱い（0、1、2m/s）時は、延焼遅延効果を発揮する。風が弱い時は、金屋町では年間40%、郡上八幡北町は98%、美濃町は57%であったため、この割合が年間を通して袖壁・うだつによる延焼遅延効果がある割合である。

焼失リスクに関して

○出火点の建物に袖壁・うだつがあることで、隣家へ燃え移る時間が遅れた。遅延した分、全体に燃え広がる時間も遅延し、焼失リスクの低減につながったと考えられる。しかしながら、出火建物以外の袖壁・うだつは効果をほとんど発揮しなかった。

⇩

条件によっては袖壁・うだつは延焼遅延効果を発揮する

今後の課題

袖壁・うだつに関して

○建物の形状は屋根の形状より作成されているため、実際は平側で隣家と面一になっていても凸凹になっている場合がある。

⇨ **追加調査を行うことで、より高精度な予測が可能**

○本研究では遅延効果における３つの条件を明らかにしたが、なぜ焼失リスクの低減に繋がったのかは、明らかにできていない。

⇨ **今後、実験等で袖壁・うだつの延焼抑止効果を明らかにする必要がある**

○うだつの延焼遅延効果があまり見られなかったのは、うだつが燃え草になって隣家へ燃え移るのを促してしまった可能性がある。

⇨ **袖壁・うだつの寸法やうだつの瓦の部分を考慮した検証をする必要がある**

袖壁・うだつ以外の防災資源

本対象地区における袖壁・うだつ以外の防災資源

- 伝統的な地域コミュニティの防災活用
- 道路両側に流れる用水路の防災水利としての利用

⇩

袖壁・うだつの防火性能評価と合わせて検証

ハードウェアとソフトウェア両側面の防災資源に対する防火性能評価が可能

ご清聴、ありがとうございました。