

卒業論文

神楽坂周辺地域の火災延焼シミュレーション

平成 28 年度
(2016)

東京理科大学 工学部第二部 建築学科

相山 明大

小池 悠豊

神楽坂周辺地域の火災延焼シミュレーション

平成 28 年度
(2016)

東京理科大学 工学部第二部 建築学科

相山 明大

小池 悠豊

目 次

序章 研究背景と目的	1
1 背景	2
2 目的	2
第1章 研究対象	3
1. 1 神楽坂について	4
1. 2 危険度マップ	5
1. 3 火災事例	7
1. 4 神楽坂周辺の消防水利について	8
1. 5 研究対象地域の範囲設定	10
第2章 研究方法	11
2. 1 はじめに	12
2. 2 標高の処理について	13
2. 3 開口部の再現について	14
2. 4 DATファイルの作成	15
2. 4. 1 基盤地図情報	15
2. 4. 2 属性データの編集	17
2. 4. 3 SimViewer2の利用	18
2. 4. 4 DATファイルの編集	22
2. 5 市街地火災シミュレーションの実行	23
第3章 延焼シミュレーションの概要	25
3. 1 延焼の概要	27
3. 2 シミュレーションプログラムの概要	28
3. 2. 1 計算エリアに関するデータの入力	29
3. 2. 2 計算条件の設定	30
3. 2. 3 計算の概要	31
3. 2. 4 計算結果の出力	38
3. 3 シミュレーションプログラムの補足	40
3. 4 区画の可燃物量について	42
3. 5 区画の構造について	43
3. 6 区画の開口部について	54
3. 7 区画の床高さについて	56
3. 8 樹木データ、塀柵データについて	58

<u>第4章 神楽坂の延焼シミュレーション</u>	59
4.1 神楽坂のシミュレーション	60
4.1.1 神楽坂の火災延焼の様子その1	60
4.1.2 神楽坂の火災延焼の様子その2	63
4.2 対策の提案	66
4.2.1 木造密集地域	66
4.2.2 不燃化	67
4.2.3 空地化	72
4.2.4 塀	77
<u>第5章 住民との意見交換</u>	85
5.1 住民との意見交換会について	86
5.2 住民との意見交換会の考察	87
<u>第6章 総括</u>	89
研究成果	90
今後の課題	90
謝辞	91
参考文献	92
<u>付録</u>	93

序章 研究背景と目的

研究背景

関東大震災や阪神淡路大震災をはじめ、大地震時には同時に火災が多発することは過去に頻繁に起こっており、地震には火災が付きものである。

1923年の関東大震災において、134カ所で火災が発生し、そのうち77カ所が延焼火災とされており、旧東京市の約43%を焼失した。その際に、火災旋風が発生し避難していた人たちが巻き込まれ、多くの犠牲者を出した結果、全体の犠牲者（10万5385人）のうち約9割が火災で亡くなった。

1995年の阪神淡路大震災では、通電火災をはじめとする出火件数285件で約7000棟が焼失し、火災死者数が559人に及んだ。

2011年の東日本大震災では津波によって倒壊した建物の瓦礫や自動車にタンクから漏れたオイル等により火災がおきた。

これらのことから分かるように震災時には予期せぬ火災が起こり、多数の被害を招く。

近い将来首都圏では、高い確率で大きな地震が起こると言われており、現実起こった時に少しでも被害を小さくするために都市の大規模火災対策を見直す必要がある。

研究目的

防火対策といっても様々なものが挙げられるが、現実に実行できるものは、少ないのが現状である。

本研究の目的としては地域住民の防災意識の改善を進めていくことであり、住民とのコミュニケーションツールとして火災延焼シミュレーションを使用する。

火災延焼シミュレーションを使用することにより、住民が結果を視覚的に見て、その地域の延焼範囲や特性などを把握することで、自分達の地域に本当に必要な防火対策を見極めてもらうことが大切である。

<参考文献>

東京理科大学 西田幸夫、関東大震災-地図と写真のデータベース- (2008)

<http://www.himoji.jp/database/db06/index.html>

内閣府 防災情報のページ

http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/hanshin_awaji/data/detail/1-1-4.html

第 1 章 研究对象

1.1 神楽坂について

神楽坂は東京都新宿区北東部にあり、人で賑わうメイン通りから一步路地裏に入ると石畳の細い路地が続き、閑静な雰囲気の中に風情ある料亭などがある。神楽坂は、木造建築が密集した狭小空間や細い道が多く存在すること、道の細さ等から消防活動困難区域として指定されている。神楽坂の世帯数及び人口は、ここ数年ではあまり変動はない。

表 1.1-1 神楽坂の世帯数及び人口

	平成25年		平成26年		平成27年		平成28年		平成29年	
	世帯数	人口	世帯数	人口	世帯数	人口	世帯数	人口	世帯数	人口
神楽坂1丁目	16	38	16	37	12	30	12	29	12	29
神楽坂2丁目	143	238	141	236	144	233	151	236	154	242
神楽坂3丁目	307	468	302	459	297	449	316	471	301	453
神楽坂4丁目	102	195	97	188	97	174	102	182	100	181
神楽坂5丁目	392	722	383	704	390	719	388	723	391	719
神楽坂6丁目	586	902	584	899	584	898	596	924	588	894
神楽坂全体	1,546	2,563	1,523	2,523	1,524	2,503	1,565	2,565	1,546	2,518

新宿区 住民基本台帳の町丁別世帯数及び男女別人口（日本人と外国人の合計）より

平成 29 年 1 月 1 日現在

※各年度の 1 月の世帯数と人口を記載

東京都（新宿区）の風配図と風速

風速と風向きは火災時の性状に大きく影響する。参考として、新宿区で発生する風について統計的に得られた情報を以下に示す。

図 1.1-1 は通年平均風配図であり、東京観測所における風向きの頻度を表したものである。また、同観測所で計測された平均風速は月によってばらつき、約 3~4m/s であった。

表 1.1-2 は新宿区で発令された強風注意報・暴風警報の年間平均数である。統計期間は 2013 年 1 月-2016 年 12 月の 4 年間となっている。

表 1.1-2 新宿区の警報頻度（CPS-IIP プロジェクト「特別警報・警報・注意報 DB」より）

	年間平均	備考(発表基準)
強風注意報	66 回	平均風速が 13m/s
暴風警報	1.25 回	平均風速が 25m/s

【風配図に関する補足】

観測所：東京（アメダス東京観測所）

統計期間：2007 年 11 月 1 日-2010 年

観測所の高さ：20 m 風速計の高さ：35.1 m

静穏とは、風速毎秒 0.2 メートル以下で、風力階級 0 の無風状態を指す。

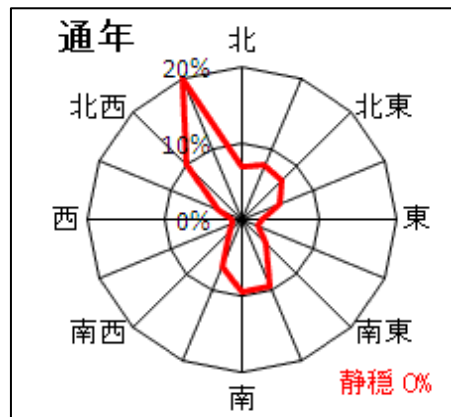


図 1.1-1 通年平均風配図（東京）

1.2 危険度マップ

東京都では、東京都震災対策条例に基づき地域危険度を公表している。(5年ごとに調査) 地域危険度とは都内の市街化区域の5133町丁目で以下の項目についての調べ、ランクづけしたものである(図1.2-1、表1.2-1)。

- 建物倒壊危険度 (建物倒壊の危険性)
- 火災危険度 (火災の発生による延焼の危険性)
- 総合危険度 (建物倒壊や延焼の危険性)
- 「災害時活動困難度」を考慮した危険度【新規】

(災害時の避難や消火・救助等の活動のしやすさ(困難さ)を考慮した危険性)

なお、地域危険度はそれぞれの危険度について、町丁目ごとの危険性の度合いを5つのランクに分けて、以下に示すように相対的に評価している



図 1.2-1 危険度のランク

表 1.2-1 地域危険度一覧表：神楽坂近辺

町丁目名	地盤分類	建物倒壊危険度		火災危険度		総合危険度		災害時活動困難度を考慮した危険度					
								建物倒壊危険度		火災危険度		総合危険度	
		ランク	順位	ランク	順位	ランク	順位	ランク	順位	ランク	順位	ランク	順位
赤城下町	台地2	4	298	4	172	4	172	5	37	5	70	5	48
赤城元町	台地2	2	1908	2	1399	2	1648	3	860	3	870	3	820
岩戸町	谷底低地2	3	1002	2	1487	2	1194	3	694	2	1216	3	907
神楽坂1丁目	谷底低地2	2	2137	2	2275	2	2240	1	3611	1	2928	1	3308
神楽坂2丁目	谷底低地2	2	1233	3	788	3	929	3	698	3	623	3	624
神楽坂3丁目	台地2	3	774	3	470	3	517	4	359	3	384	4	332
神楽坂4丁目	台地2	3	682	4	312	3	396	4	295	4	258	4	251
神楽坂5丁目	谷底低地2	3	1159	3	1115	3	1077	3	719	3	929	3	780
神楽坂6丁目	谷底低地2	3	453	4	223	4	261	4	241	4	226	4	206
袋町	台地2	2	1248	2	2028	2	1623	3	704	2	1511	3	1046
若宮町	台地2	2	2543	1	2923	2	2760	2	1584	2	2283	2	1904

地震に関する地域危険度測定調査(第7回)(平成25年9月公表)

この危険度調査では、木造、鉄筋コンクリート造などの建物構造、建築年代、階数などの種別ごとの棟数、建物用途ごとの火気器具や電熱器具の使用状況、道路や公園の整備状況などのデータをもとに、科学的に地震による危険性を示している。

神楽坂周辺の危険度マップ（図 1.2-2）をみると神楽坂3～6丁目の火災危険度が高いのが分かり、また災害時活動困難度を考慮した危険度を見ると通常の危険度よりも順位が上がっていることが分かる。要因としては、裏路地を少し入ると木造建物が密集していることや火を扱う店舗が多いこと、道路や公園などが少ないことなどが挙げられる。また神楽坂通りは幅員が狭く高低差が約12mある坂道でもあるので、災害時には困難が伴うことが予想される。

火災危険度の高い地域では、木造建物を鉄筋コンクリート造に建替えるなど建物の不燃化を進めるとともに、延焼を防ぐ広幅員道路や公園などの整備が必要である。大久保通りでは現在18メートルの道幅が、今後30メートルまで広げられる方針で、火災時の延焼を防ぐなど防災面での強化も期待できそうである。

しかし路地裏などの危険地域は依然として残る。建物の建て替えや道路幅拡大などは容易にできることではないので、住民の防災に対する意識を変えることや、住民が簡単にできる防災設備の整備などが重要である。



図 1.2-2 新宿区神楽坂近辺の地域危険度マップ

<参考文献>

東京都市整備局 地震に関する地域危険度測定調査
http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/home.htm

1.3 火災事例

神楽坂で過去に起こった火災事例を朝日新聞の記事データベース「聞蔵Ⅱ」（参照引用）を利用して、表 1.3-1 にまとめた。

表 1.3-1 の①や②では神楽坂の中でも木造建物が密集する地域、またはその付近で起こった火災であり、実際に隣家へ延焼している。

①の事例では、火災の起きた 2 棟の南西側に、6 棟の古い木造アパートが密集して立っている。また、反対の東北側には木造のお寺がある。当時の風向・風速によってはこれらに延焼する可能性が十分にあった。

表 1.3-1 神楽坂の火災事例

	出火日時	場所	出火原因	建物構造	被害状況(建物)	被害状況(人)
①	2013.03.12 17:50	袋町牛込神楽坂駅付近	不明	木造モルタル 2階アパート	隣接する木造アパートへ 延焼。2棟で計400㎡焼失	1名死亡
②	2007.03.20 13:00	神楽坂3丁目 「わかまつ」	電気 ストーブ	木造2階建	4棟延べ300㎡が全焼し、 1棟が半焼。	計4人がやけど等のケガ
③	1995.03.16 07:05	東京理科大学7号 館環境工学研究室	漏電	RC耐火造	室内50㎡全焼	不明
④	1994.02.15 11:25	割烹「加賀」	放火	RC耐火造	不明	犯人が焼死
⑤	1986.01.17 23:10	神楽坂3丁目 「中西たばこ店」	不明	木造2階建	隣接する木造など3棟、 170㎡が焼失	不明
⑥	1980.12.25 14:00	若宮町 「三田」	不明	木造モルタル 3階建	42㎡を焼失	なし
⑦	1968.08.17 04:00	神楽坂1丁目 「神楽坂飯店」	不明	木造2階建	店の半分60㎡焼失	1名死亡、1 名やけど
⑧	1967.12.25 01:10	スナックバー「和居」	不明	木造2階建 防火造	100㎡全焼	2人ケガ
⑨	1967.07.13 16:45	神楽坂5丁目	不明	鉄道車両	不明	6人がケガ
⑩	1959.01.26 11:40	昭和出版東京文社	たき火	木造2階建	二階だけ約30㎡	不明
⑪	1958.12.22 11:30	神楽坂1丁目 映画館	不明	木造モルタル 2階建	300㎡全焼	なし

<参考文献>

朝日新聞 記事データベース 「聞蔵Ⅱ」

<https://database.asahi.com/index.shtml>

1.4 神楽坂周辺の消防水利について

1.1 でも述べたように、神楽坂は消防活動困難区域として指定されている。

消防活動をする際には、消火栓や防火水槽、河川等の水源を確保することと、消防水利を利用する消防車の通行できる幅員を確保することが重要である。

細い路地が入り組む神楽坂で消防活動が必要となったとき、道路幅員が十分に確保できるかが疑問に残る。本項では、消防活動で使える道路幅員について示す。

大規模災害時を想定したとき、過去に起こった阪神淡路大震災を振り返れば、幅員 8m 未満では自動車が通行できなくなる可能性があり、地震の規模によっては 8m 以上でも通行不可になる可能性がある。

こういった経験を目安に、東京消防庁によって以下のように消防活動が可能な区域が示されている。

表 1.4-1 東京消防庁による消防活動の条件

区分	平常時	震災時
消防車通行可能道路	有効幅員 4m 以上（但し、隅切りは十分確保されるものとする）	① 地盤軟弱地域：7.5m 以上 ② ①以外の地域：6.5m 以上 ③ 空地や耐火建物に面する地域：5.5m 以上
消防水利	消火栓、防火水槽、プール、河川等消防水利として指定したもの全てを利用可能	防火水槽、プール、河川等の消防水利のうち、震災時消防車通行可能道路沿いのものが使用可能。
消防活動が可能な区域	ホース延長平均 60～80m、最大で 200m ホースの曲折を考慮して、消防水利から原則として半径 50m、最大で範囲 140m の範囲で消防活動が可能。	ホース延長最大で 400m。ホースの曲折を考慮して、災害時有効水利から半径 280m の範囲で消防活動が可能。

また、都市防災実務ハンドブック編集委員会（2005）「震災に強い都市づくり・地区まちづくりの手引き」より消防困難区域におけるの基準を表 1.4-2 のように示している。

表 1.4-2 震災に強い都市づくり・地区まちづくりの手引きの消防活動困難区域の目安

区分	基準
消防活動困難地域	消防車が通行できる道路に面する震災時有効水利から消防活動が容易にできる範囲
震災時に消防車が通れる道路	幅員 6m 以上
震災時有効水利	消防車が震災時に部署可能な箇所に位置する耐震性貯水槽や消火に利用できる河川、プール、ため池等
消防活動が容易にできる区域	消防車搭載ホース延長 200m と想定してホースの曲折を考慮して、水利 140m 以内の区域

本研究では前頁の表 1.4-1、表 1.4-2 を参考に平常時を有効幅員 4m 以上、震災時を有効幅員 6m 以上、消防活動が可能な区域を消防水利から最大半径 140m 以内(震災時も倒壊などによって道路が閉塞される確率があるので迂回等も考慮し設定した。)として消防活動の条件を設定した。

消防水利については新宿区ホームページで公開されている情報を参考に消火栓・防火水槽の場所を確認した。

以上の情報を基に神楽坂周辺の消防水利の位置と有効幅員の関係を図 1.4-2 に示す。

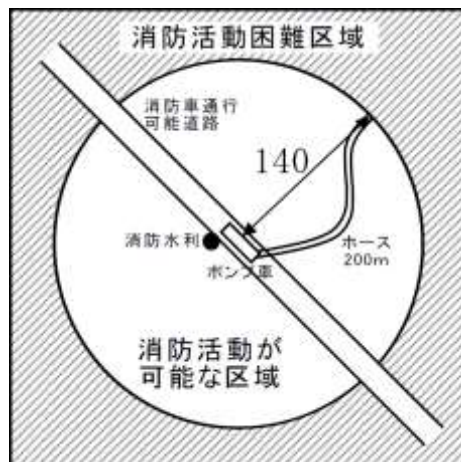


図 1.4-1 消防活動範囲について



図 1.4-2 神楽坂周辺の消防水利の位置と有効幅員の関係

<参考文献>

都市防災実務ハンドブック編集委員会 (2005)「震災に強い都市づくり・地区まちづくりの手引き」

1.5 研究対象地域の範囲設定

前頁を基に、震災発生時の神楽坂における消防活動の可能な区域を図 1.5-1 に示している（採水口からの消防活動については考慮していない）。

危険度マップで指摘されている神楽坂周辺地域の危険性について、過去の火災事例や消防水利の有効範囲を通じて確認した。

今回、神楽坂の地元住民協力の下、住民目線での危険地域などを確認し、神楽坂 3・4・5 丁目に、袋町・若宮町の一部を含む範囲を今回の研究対象地域とした（図 1.5-2）



図 1.5-1 震災発生時の神楽坂における消防活動可能区域



図 1.5-2 研究対象地域の範囲

第 2 章 研究方法

2.1 はじめに

(1) 使用する火災延焼シミュレーションソフトについて

本研究では、国土交通省総合技術開発プロジェクト「まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発」において独立行政法人 建築研究所および国土交通省 国土技術政策総合研究所が開発した「市街地火災シミュレーションプログラム（以下市街地火災シミュレーション）」を使用する。

市街地火災シミュレーションの仕様として耐火造・準耐火造・防火木造にほかの建物から延焼が及ぶとき、壁や屋根から出火することはない。熱を受けた窓（以下、「開口部」とする）を通じて内部の可燃物に着火する。

このことから、市街地火災シミュレーションでは建物の開口部の位置関係が延焼に関して重要な要素であることがわかる。

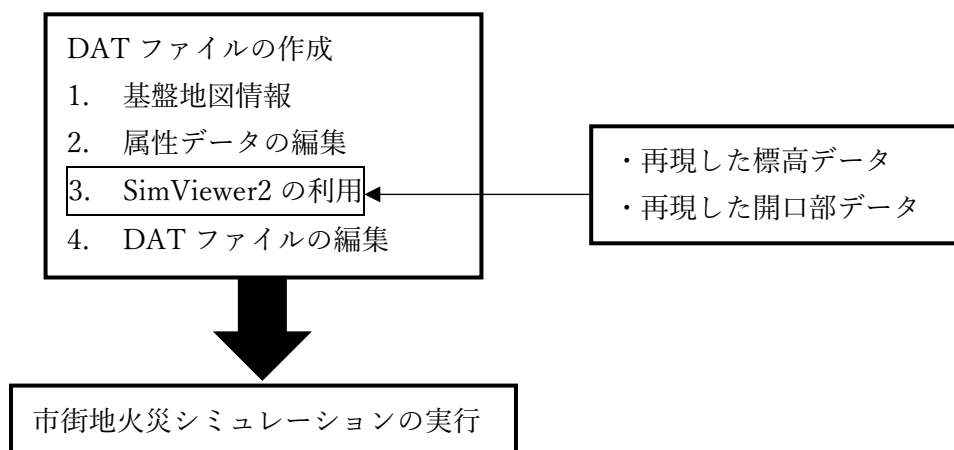
(2) 市街地火災シミュレーションを利用するための準備

基本的な手順は市街地火災シミュレーションの取扱説明書に準拠する。

本研究では、建物の情報、主に建物の床高さ・構造・用途や開口部の形状・位置・大きさなどをより正確に入力するための編集手段として、SimViewer2 を利用している。

(3) 研究の手順

以上から本研究は次のような手順で進めた。



2.2 標高の処理について

本研究で使用する市街地火災シミュレーションは標高データを入力することができない。

しかし、神楽坂における火災延焼のシミュレーションをするにあたって、神楽坂に存在する坂や崖といった標高差を無視することは望ましくない。

そこで Google Earth やフィールドワークで得た情報を基に、道路や崖などで区切ったブロックの標高を、地理情報システムの地理院地図（図 2.2-1）を参考にし、対象地域内で最も標高が低い場所を基準の 0m とし、そこからの標高差によって各ブロックの高さを決定した（図 2.2-2）。シミュレーションにおいては、各建物の床高さ（下端高さ）に、その建物が所属するブロックの高さを加算することで標高の再現を行った。

各ブロックの標高数値の精度については、地理院地図で各ブロックの周囲やブロック範囲内の適当な標高の平均から約±1以内に収まるよう設定している。

崖などが存在する場所の境目には+3以上の標高差を設定することでシミュレーションソフト内における崖を再現している。



図 2.2-1 国土地理院 地理院地図



図 2.2-2 標高情報を研究対象地域に割り振った状態

2.3 開口部の再現について

延焼火災における開口部の形状・防火性能の重要性は過去の火災事例や実験で確認されている。市街地火災シミュレーションは開口部データの細かい編集が可能となっているが、開口部データを入力する際には、その情報の入手法が課題となる。

通常、市街地火災シミュレーションでは条件を与えることで開口部の自動生成を行うことが可能となっている。本研究では市街地の再現性を高め、シミュレーション結果の精度を高めるために開口部の手入力を行っている。今回の主な情報源は Google Earth の利用やフィールドワークであり、すべての開口部が実際のもものと類似しているわけではない。

また、開口部が存在しない壁面は延焼しない仕様となっているため、確認の取りようがない壁面については、比較的小さい開口部を一様の寸法、間隔で設置している。しかし、延焼火災の危険が高いのは隣棟間隔が狭く、外部からの確認が困難な開口部である。より正確なシミュレーション結果を得るためには、住民との連携が必要である。



図 2.3-1 開口部の再現

2.4 DAT ファイルの作成

市街地火災シミュレーションを実行するためには、建物単位の詳細データ（以下、「建物データ」とする）を区画単位のデータ（以下、「区画データ」とする）として扱っている DAT ファイルを準備する必要がある（シミュレーションプログラムと区画に関する詳細は 3.2 「シミュレーションプログラムの概要」を参照）。

本項では SimViewer2 を利用する前提で DAT ファイルを作成する手順を説明する。

2.4.1 基盤地図情報

(1) 基盤地図情報の入手方法

建物データの元となるものは、国土地理院が公開している「基盤地図情報」を利用し、ホームページからダウンロードする(図 2.4-1)。

ダウンロードするファイル形式は地理情報標準プロファイル (JPGIS)。

得た地図情報は GML 形式であり、拡張子は XML として提供されている。

SimViewer2 で利用するためには形式を SHP(シェープ)形式に変換する必要がある※1。変換するためのソフトは同ホームページからダウンロードが可能である「基盤地図情報ビューア」を利用した。

※1) 変換する形式は必ずしも SHP ファイルでなくても、SimViewer2 に対応している形式であればよい。



図 2.4-1 国土地理院 基盤地図情報

2.4.2 属性データの編集

出力された属性ファイル（DBF ファイル）は Excel で開き、以下の手順を参考に編集し CSV 形式で保存する必要がある（図 2.4-3）。

・ 1 行目

「ID, NAME, FLG, NO, BASE, TOP, KOZO, MOKU, YOTO, YEAR, ZONE, DAMAGE, STORY」と変更

・ 2 列目から n+1 行目（n はレコード数）

1 列目(赤枠内)は、昇順で 0 からの連続番号（これをデータ番号とする）を記入。但し行の順番を並べ替えてはならない。元々の DBF は、SHP ファイル内でのデータ順で出力されている。シミュレーション属性ファイルにおいても SHP ファイル内でのデータ順が保持されている必要がある。

2 列目以降（青枠内）は、データ番号に相当する建物の属性を記述する。

1 つの建物に複数の平面形状を定義する場合は、CSV ファイルにおいて、同一建物を構成する平面形状に該当する行の NAME を同一とした上で、TOP 及び BASE を適切に設定する（上層の平面形状に該当する行の BASE と下層の平面形状に該当する TOP を一致させる。）必要がある。

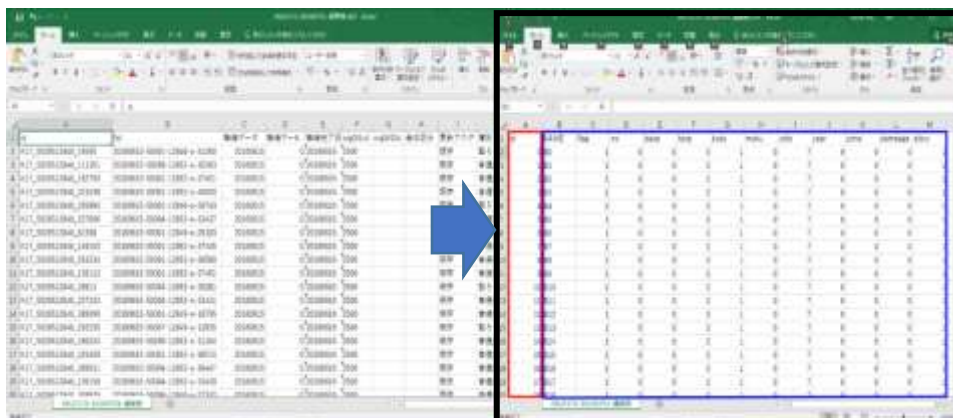


図 2.4-3 属性ファイルの作成

表 2.4-1 シミュレーション建物・平面形状属性データ

項目名	フォーマット	終結文字	備考
フィールド名	文字列	リターン	ID, NAME, FLG, NO, BASE, TOP, KOZO, MOKU, YOTO, YEAR, ZONE, DAMAGE, STORY
建物数分線返す	ID	int	, 0~連続番号(shpファイル内の記述順)
	NAME	文字列	, 建物名称(半角63文字まで)。重複禁止。
	FLG	int	, オプションフラグ 0:読み込まない、0以外:読み込む
	NO	int	, (未定義)
	BASE	float	, 基点高さ。定義しない場合は「-」を記入。
	TOP	float	, 最高高さ。定義しない場合は「-」を記入。
	KOZO	int	, 構造定義データで参照する構造分類番号
	MOKU	int	, 1:木造か、0:非木造かの区別(1,0以外は非木造)
	YOTO	int	, 用途定義データで参照する用途分類番号
	YEAR	int	, 建築年の西暦表示(不明の場合は0)
	ZONE	int	, 建築当時の防火地域(0:不明、1:防火地域、2:準防火地域、3:22条地域、4:無指定、5:その他)
	DAMAGE	int	, 地震被害分類による。定義しない場合は0(無被害と同じ)。
STORY	int	, 平面形状の階数。定義しない場合は0。	

2.4.3 SimViewer2 の利用

(1) SimViewer2 へのインポート

SimViewer2 を起動し、[ファイル>MDB 新規作成] で任意のファイル名を付けて保存する (図 2.4-4)。MapWindow が表示される。

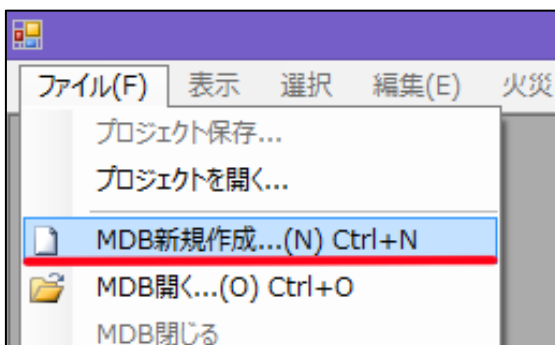


図 2.4-4 MDB 新規作成

[ファイル>市街地データのインポート>シェープファイル読込] から「シェープファイルのインポート」を表示する(図 2.4-5)。

「建物データ」は SHP ファイル、「建物属性ファイル」は DBF ファイルから作成した CSV ファイルをそれぞれ選択し、実行する。勿論、SHP ファイルと CSV は対応したものを選ぶ必要がある。

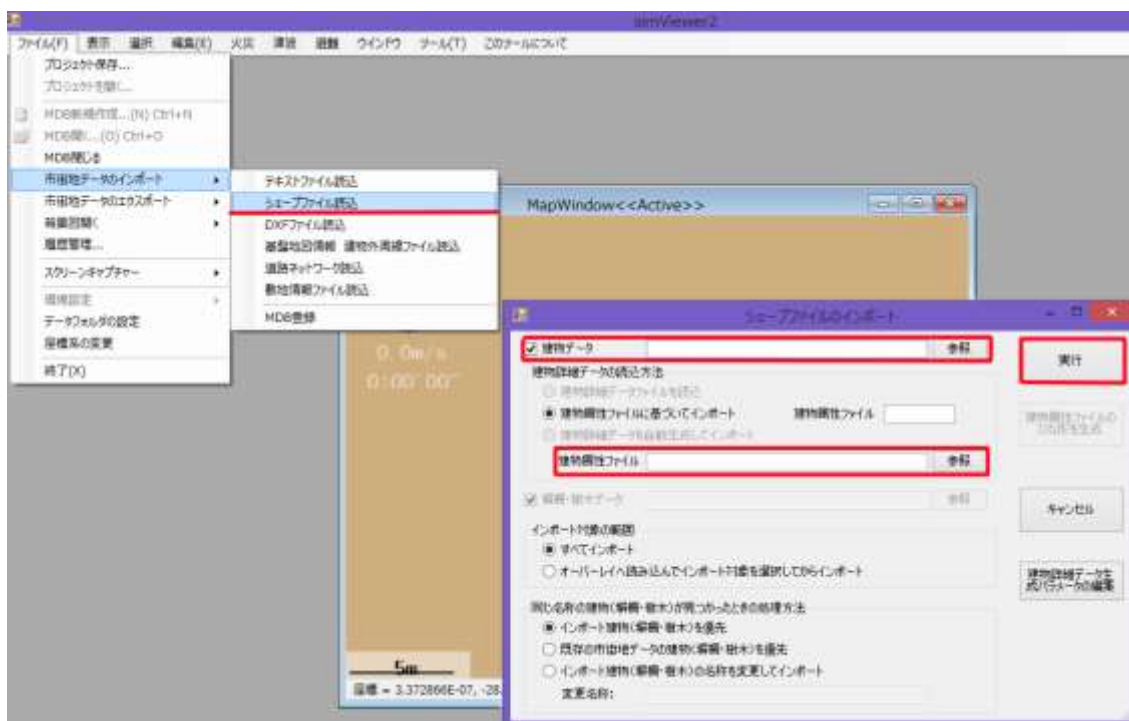


図 2.4-5 シェープファイルのインポート画面

また、2.4.1 (2) で出力した範囲からさらに細かい地域をインポートする時は、[インポート対象の範囲]の[オーバーレイへ読み込んでインポート対象を選択してからインポート]にチェックを入れ、実行する。

建物群が表示されたらタグの [選択タグ>多角形領域で選択] によってインポートしたい建物群を選択し(図 2.4-6)、[ファイル>市街地データのインポート>MDB 登録] から「MDB 登録」を表示し、実行してインポートを行う(図 2.4-7)。

以上の操作で基盤地図情報のファイルを SimViewer2 にインポートする行程は完了となる。



図 2.4-6 多角形領域で選択する

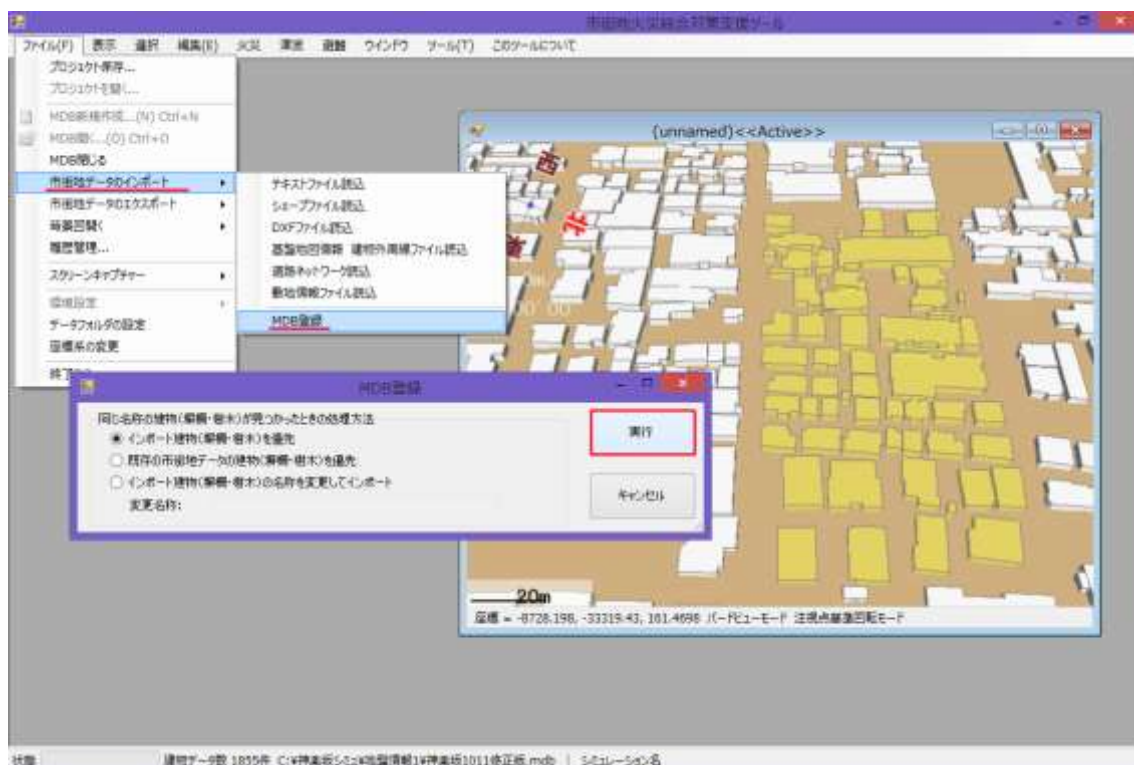


図 2.4-7 選択した建物をインポート

(2) SimViewer2 を利用した建物データの編集

建物データの編集を行うには、編集したい建物を選択した状態で[編集タグ>建物編集...]から「建物編集」を表示する。それぞれのタグから情報を編集することで平面形状や開口部などの情報を入力することができる（図 2.4-8）。

初期状態は CSV で与えた情報と、自動生成で作成された開口部情報が与えられている。

編集中の建物データは MDB ファイルとして保存され、MDB を Access^{※3} で編集することも可能である。建物データを編集することのみを目的とする場合は、階数の多いビルなどは自動生成や Access による編集が理想的であるが、編集することで建物データ自体が読み込めなくなるエラーを起こす可能性があるので注意されたい。特に相互関係のある開口部と内部開口部は Access で操作するとエラーを出してしまうので、すでに内部開口部が設定されている場合は編集するべきではない。開口部を追加することは可能である。

※3 Office ソフト「Access」

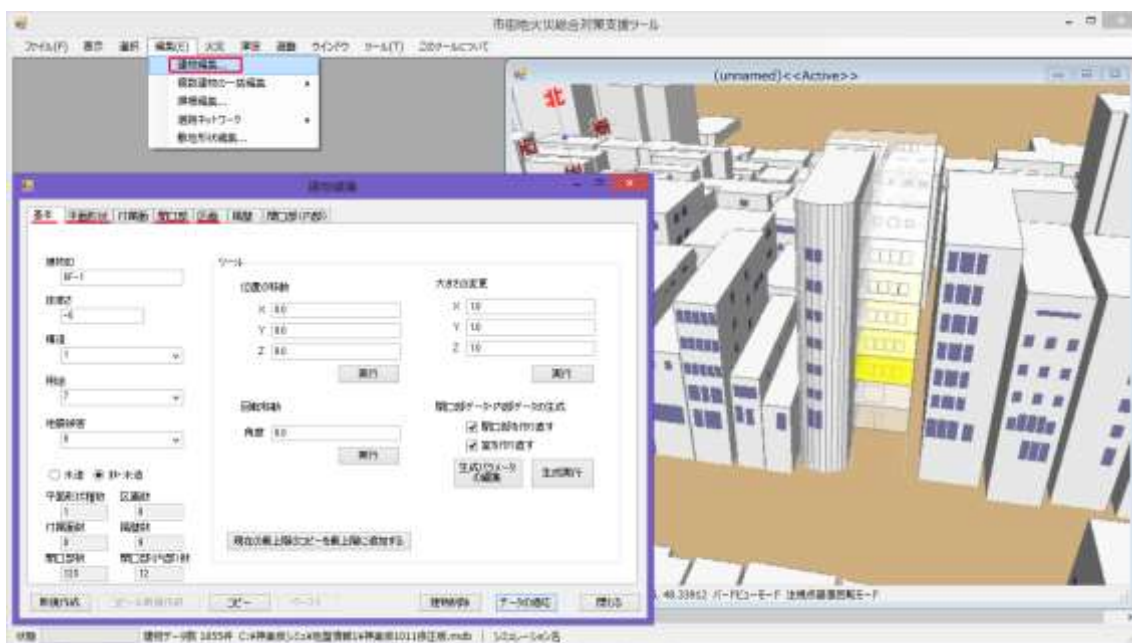


図 2.4-8 建物編集の画面

(3) DAT ファイルのエクスポート

SimViewer2 の MapWindow を開いた状態で、タグの [選択タグ>多角形領域で選択] によって出力する建物（群）を選択し（図 2.4-6 と同頁の説明を参照）、[ファイル>市街地データのエクスポート>市街地データのエクスポート（テキスト）] から「建物・塀柵・樹木データのエクスポート」を表示して、ファイル名を指定して建物データを出力する（図 2.4-9）。

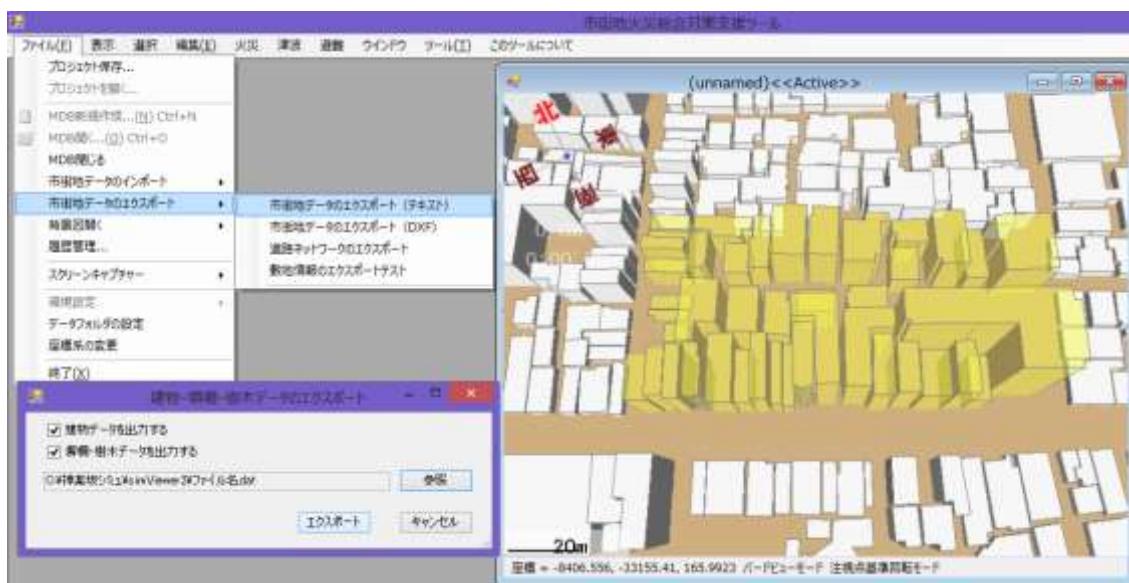


図 2.4-9 市街地データのエクスポート

出力された DAT ファイルは図 2.4-10 の状態で出力される。これを SimViewer2 でそのまま読み込むことは出来ない。

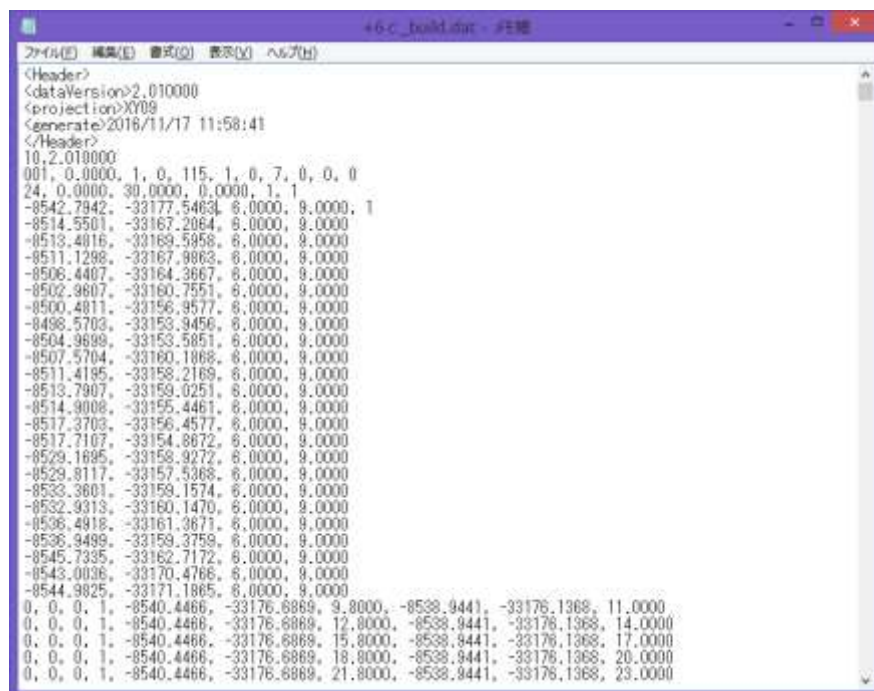


図 2.4-10 SimViewer2 で出力した DAT ファイル

2.4.4 DAT ファイルの編集

SimViewer1 で利用するためには、DAT ファイルを図 2.4-11 に示す形式に変換する必要があります。

2 行目の各項目が生成される建物に与える情報の説明は第 3 章において解説する。

本論では赤文字で示す建物情報の編集を行っている。SimViewer2 において階数、床高さ、階高は編集済みなので、DAT ファイルでは構造と用途を編集している。

開口部に関する情報の箇所は、

一行目：開口部情報のある壁数

二行目：壁番号,開口部数

三行目：開口種別,座標 X₁,座標 Y₁,座標 Z₁,座標 X₂,座標 Y₂,座標 Z₂

より詳細な DAT ファイルにおける文字列の読み取り方は付録の「区画データファイル」に記載する。また、参考文献として市街地火災シミュレーション取扱説明書に記載されているものを参照してほしい。



図 2.4-11 DAT ファイル編集後

2.5 市街地火災シミュレーションの実行

(1) 条件設定ファイルの設定

「Simfire.ini」には次の3つのセクションから構成されている。

MAIN セクション：全体に関する設定

STEP0 セクション：区画生成ツールに関する設定

STEP1 セクション：市街地火災シミュレーションに関する設定

本研究では2.4で作成したDATファイルを、区画生成ツール内の自動分割を利用して、耐火造の建物形状を分割して区画を生成している（「区画」という単位と定義については3.2で述べる）。

自動分割を行うことで生じる区画の変更点としては以下のものが挙げられる。

- ・耐火造の建物については層分割が行われる。層分割では、階数が複数の建物の各層が別の区画として生成される。
- ・建築基準法に定められる防火区画の再現を行う。任意で設定した自動分割に関する設定項目に応じて平面的な分割を行う処理となる。

区画生成のみ実行するのでMAINセクションをexeStep=0。STEP0セクションは自動分割フラグdivFlg=1、開口部はSimViewer2で編集しているのでopFlg=0とする。分割条件を適当な値で設定し保存する(図2.5-1)。保存した後simfire.exeを実行することで区画生成の実行をすることができる。

```
simfire.ini - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
#####
# 防災まちづくり総プロ
# 市街地火災シミュレーション条件設定ファイル
# 平成15年3月
#####
# 共通パラメータ設定
[MAIN]
# 処理実行フラグ: 0>区画分割ツール; 1>連続シミュレーション
exeStep = 0
# 結果出力データフラグ: 0>簡易; 1>標準; 2>詳細
OutdataFlag = 2
# 連続処理フラグ: 0>なし; >0 あり (連続処理回数)
batFlag = 0
SubParaFileName1 = sub1.ini
# ログファイル名
LogFile = simfire.log
#####
# 区画生成パラメータ設定
[STEP0]
# 分割入力用座標データファイル名
DivHouseFile = C:\Users\Mahiro\Dropbox\資料集\研究\DATフォルダ\資料集.dat
# 分割出力用座標データファイル名
DivRoomFile = \Users\Mahiro\Dropbox\資料集\研究\DATフォルダ\資料集_分割室.dat
# 自動分割フラグ: 0>なし; 1>あり
divFlg = 1
# 開口部自動生成フラグ: 0>なし; 1>あり
opFlg = 0
```

図 2.5-1 simfire.ini の STEP0-STEP1 の画面

(2) 計算の実行

計算の手段は以下に示す二通りある。

- ・ simfire.exe を実行する (simfire.ini の MAIN セクションを exeStep=1 で保存)。
- ・ SimViewer1 の画面でシミュレーションの実行を行う。

シミュレーションの結果として、火災性状データファイル (out.dat) と、着火判定点データファイル (pout.dat) が生成される (図 2.5-2) (着火判定点データファイルは、出力形式に「詳細」を選択した場合のみ生成)。

SimViewer1 では設定ファイル (Simfire.ini) と区画データ (DAT ファイル) を読み込むことでシミュレーション結果をアニメーションで再生することができる。出火点 (一つの場合) と風向・風速は SimViewer1 のウィンドウ画面で設定して計算し直すことができる (図 2.5-3)。

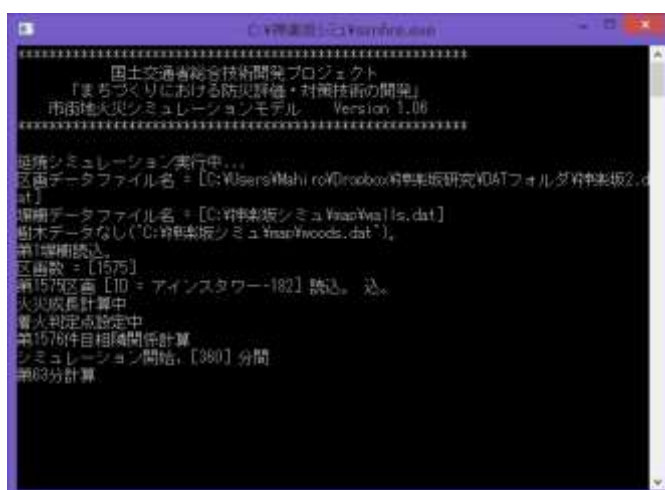


図 2.5-2 Simfire の計算画面

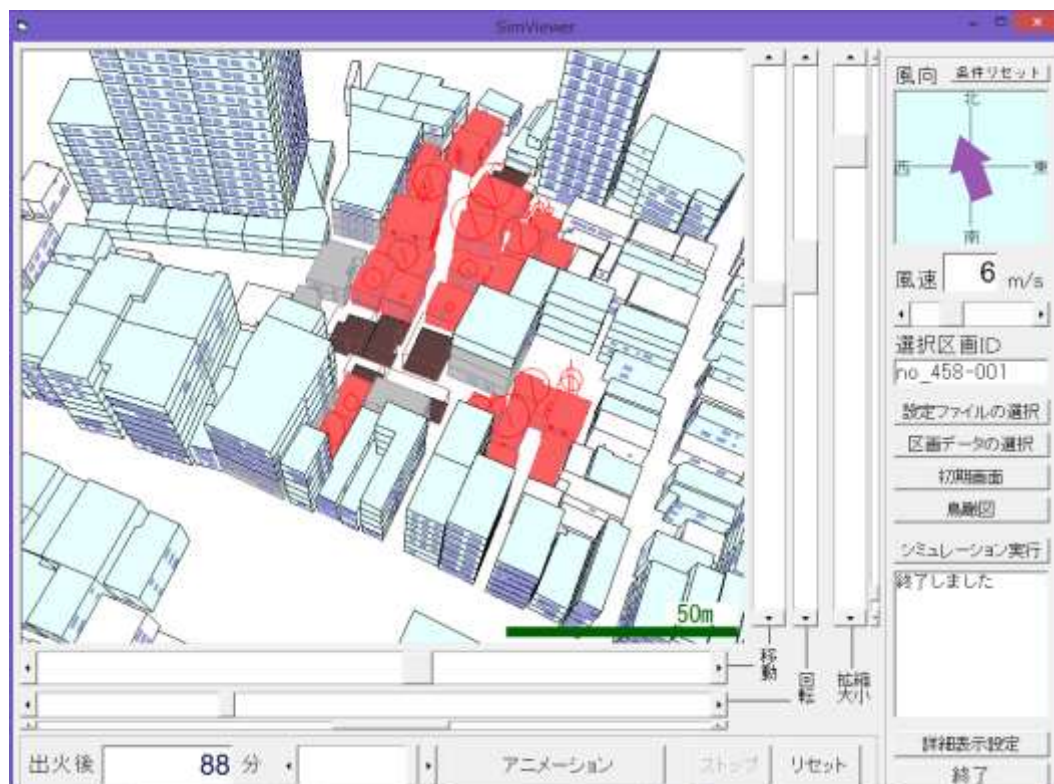


図 2.5-3 SimViewer1 の画面

第3章 延焼シミュレーションの概要

3.1 延焼の概要

建物の火災の進行は構造に応じて、異なってくる。

裸木造では、外壁や屋根などの外構の耐火性に乏しいため、建物内外の火災が同時進行し、火災盛期には建物全体が炎上する。

防火造や準耐建築物では、フラッシュオーバー以降しばらくは開口部のみから火炎が噴出するだけだが、やがて外壁、屋根が燃え抜け、建物全体が炎上する。

耐火建築物では、外構の耐火性が高く、火災盛期においても建物全体が炎上することはない。

火炎が隣の建物へ延焼拡大するおおきな要因として、以下の4つが挙げられる。

- ①開口噴出火災や建物炎上火災による接炎、
- ②火炎からの放射伝熱、
- ③気流熱からの対流伝熱、
- ④火の粉による飛び火が挙げられる。

強風時には、火勢が助長されるのに加え、火炎や熱気流は傾斜し、大量の火の粉が広範囲に飛散するため、これらの影響はさらに強まる。そのため、裸木造の外壁や屋根、建物の開口部など防火性に劣る部分へ着火し、急速に延焼拡大していく。



図 3.1-1 阪神淡路大震災の延焼の様子



図 3.1-2 糸魚川大火の様子

<画像元>

防衛省・自衛隊 <http://www.mod.go.jp/index.html>

朝日新聞 DIGITAL『出火当時、空気乾燥する「フェーン現象」か 糸魚川大火』より
http://www.asahi.com/?iref=com_gnavi_top

3.2 シミュレーションプログラムの概要

本研究で使用する「市街地火災シミュレーションプログラム」の概要を説明する。

「まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発」報告書によると、市街地火災シミュレーションでは、建物を「区画」という単位で定義しており、火災性状を区画単位で計算している。区画とは、同時に盛期火災となり、かつ温度が一様に上昇する領域であり、建物データを区画データに置き換えることで、シンプルな物理モデルとして計算することが可能となる、としている。

例を挙げると、戸建て住宅等、規模の小さな建物は、建物そのものが区画となる。そして、規模の大きな建物や耐火造の建物で、内部が防火区画されているような場合には、分割された複数の区画が存在する扱いとなる。

したがって、市街地火災シミュレーションを実行するためには、区画データ（DAT ファイル）が必要となる。

「市街地火災シミュレーションプログラム」の計算実行に関する大まかな流れを図 3.2-1 に示し、次頁から各項目の概要について詳細に述べる。

1. 計算エリアに関するデータの入力
2. 計算条件の設定
3. 計算の概要
4. 計算結果の出力

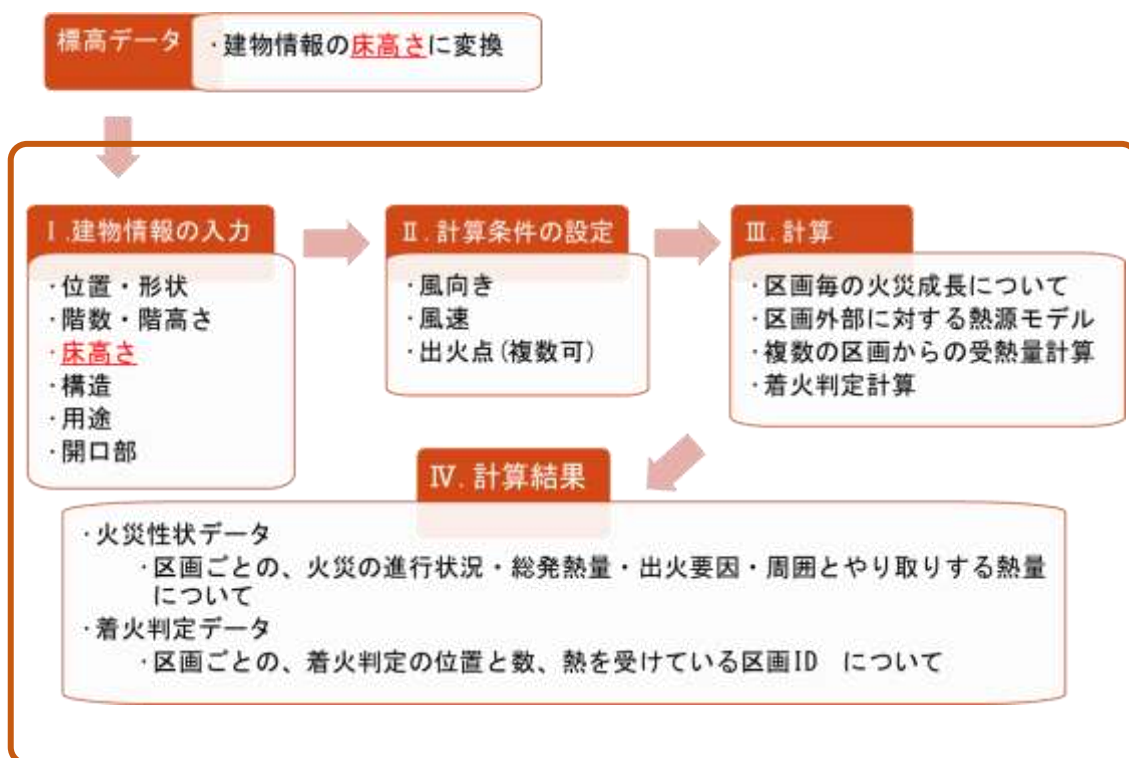


図 3.2-1 市街地火災シミュレーションプログラムの概要

3.2.1 計算エリアに関するデータの入力

シミュレーションプログラムを利用するにあたり、その結果の信頼性を得るためにはシミュレーションを行う地域の詳細なデータが必要となる。計算をする上で必須となるデータの主なものは表 3.2-1 に示した通りである。表 3.2-2 では通常時は自動生成、あるいは計算に組み込まれないが建物データに追加して入力することで、より信頼性の高い結果を得られるデータを示している。

さらに、樹木・塀柵等の情報を表 3.2-3 に示すように入力することで、評価を行うことが可能である。

表 3.2-1 必須データ

建物データ (必須)	位置
	平面形状
	構造

表 3.2-2 建物データに追加できる情報

建物情報	階数・階高
	床高さ
	木・非木造
	地震倒壊
用途	
区画情報	位置・形状
開口部情報	位置・形状
	種別

表 3.2-3 その他入力可能なデータ

樹木・塀柵等情報	位置・形状
	高さ
	種別



図 3.2-2 実際の市街地

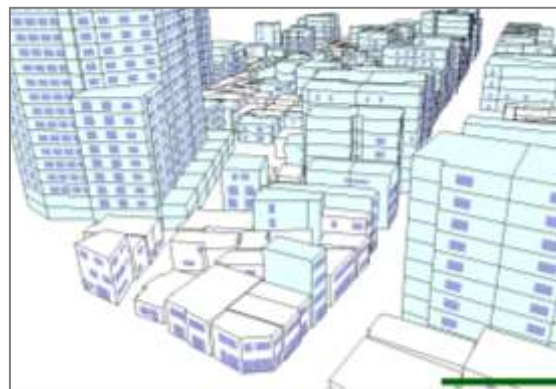


図 3.2-3 多くの建物情報を入れた状態

Google Earth や、フィールドワークで得た実際の市街地 (図 3.2-2) の情報を、建物データを編集する際に入力することで可能な限り実際の建物を再現することができた (図 3.2-3)。

本研究で入力を行った項目は表 3.2-1 及び図 3.2-2 においてグレーで示されている「建物データ、階数・階高、床高さ、用途、区画の位置・形状、開口部の位置・形状、種別」である。

3.2.2 計算条件の設定

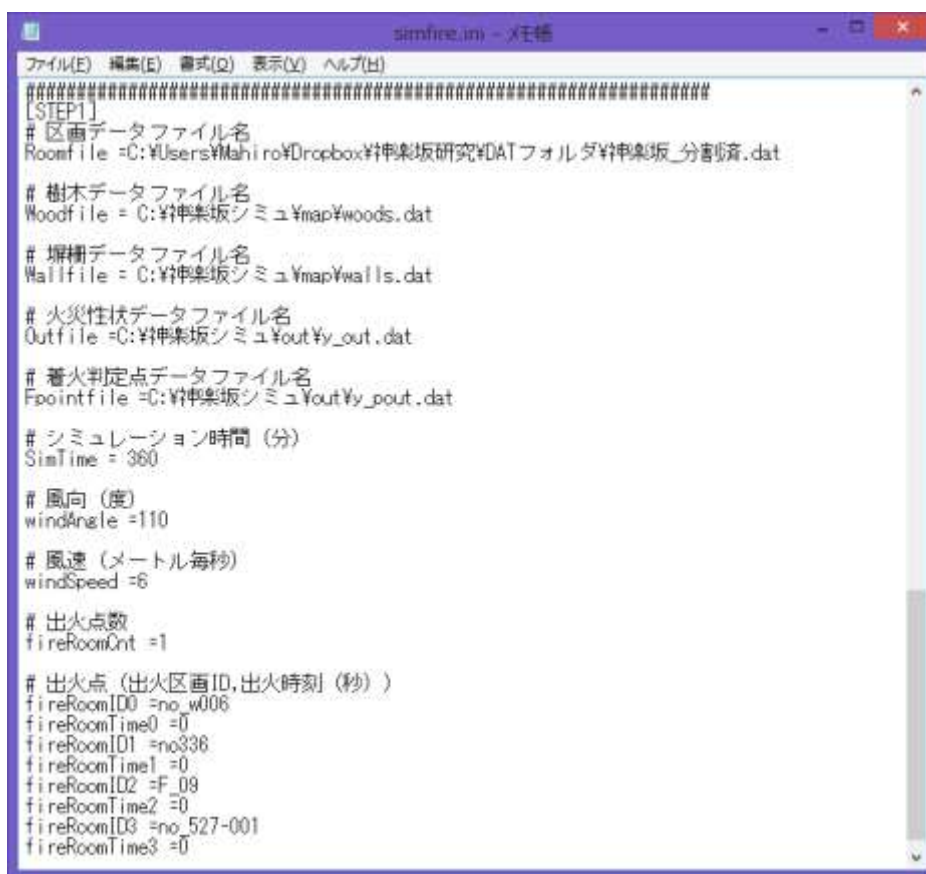
シミュレーションを実行するためには、初期条件を与える必要がある。

設定条件としては、風向・風速、および、出火場所の特定とその出火時間がある。

気象庁で通常観測される風向・風速は、地上約 10m の高さにおける計測時刻の前 10 分間における平均の風向きと、風速をそれぞれ表す。シミュレーションでは、気象庁と同様の観測条件で風向・風速を計算している。ただし、本研究では各建物の床高さに基準 0m から標高別に最大 14m 分加算されている。よって、標高が高い地点に立つ建物が受ける風速が正しい風速より速い風速で計算されるということが、標高の再現に際する問題点として挙げられる。

市街地火災シミュレーションにおいては simfire.ini で詳細な条件を与えることで、出火場所を複数選択し、それぞれの出火場所に対して出火時間を設定することが可能となっている(図 3.2-4)。

補足：風向 windAngle は東を基準 0 (度) としてプラスは反時計回りである。



```
simfire.ini - 文様
ファイル(E) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
#####
[STEP1]
# 区画データファイル名
Roomfile = C:\Users\Mahiro\Dropbox\神戸楽坂研究\DAT\フォルダ\神戸楽坂_分割図面.dat

# 樹木データファイル名
Woodfile = C:\神戸楽坂シミュ\map\woods.dat

# 塙柵データファイル名
Wallfile = C:\神戸楽坂シミュ\map\walls.dat

# 火災性状データファイル名
Outfile = C:\神戸楽坂シミュ\out\y_out.dat

# 着火判定点データファイル名
Fpointfile = C:\神戸楽坂シミュ\out\y_pout.dat

# シミュレーション時間 (分)
SimTime = 360

# 風向 (度)
windAngle = 110

# 風速 (メートル毎秒)
windSpeed = 6

# 出火点数
fireRoomCnt = 1

# 出火点 (出火区画ID, 出火時刻 (秒))
fireRoomID0 = no_w006
fireRoomTime0 = 0
fireRoomID1 = no336
fireRoomTime1 = 0
fireRoomID2 = F_09
fireRoomTime2 = 0
fireRoomID3 = no_527-001
fireRoomTime3 = 0
```

図 3.2-4 simfire.ini[STEP1]

3.2.3 計算の概要

3.2で述べられているように、市街地火災シミュレーションの物理モデルでは、個々の区画から区画への熱のやり取りを計算することで延焼拡大をシミュレーションする。

市街地火災シミュレーションにおける火災の延焼シナリオは、「(i)出火した区画は個別に火災が進行し、やがて鎮火に至る、(ii)その間、外部に火炎・熱気流として熱を放出する、(iii)区画外部へ放出された熱は放射熱・対流熱として周囲の区画を加熱する、(iv)これにより温度が上昇しやがて着火し、その区画もまた個別に火災が進行する」、という個別区画の火災が連鎖するものとしてモデル化し、図3.2-5に示すように仮定したものである。

次頁から(i)~(iv)について説明する。

尚、糸魚川大火などで発生した飛び火による延焼拡大は考慮していない。

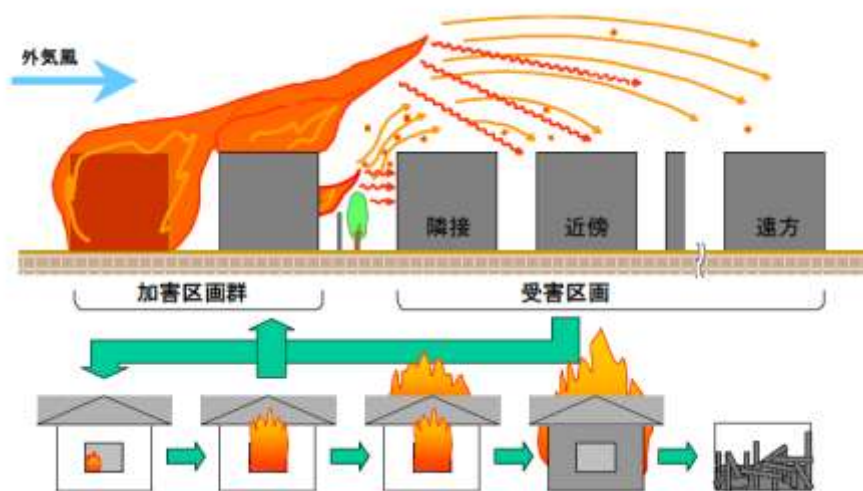


図 3.2-5 市街地火災のシナリオ

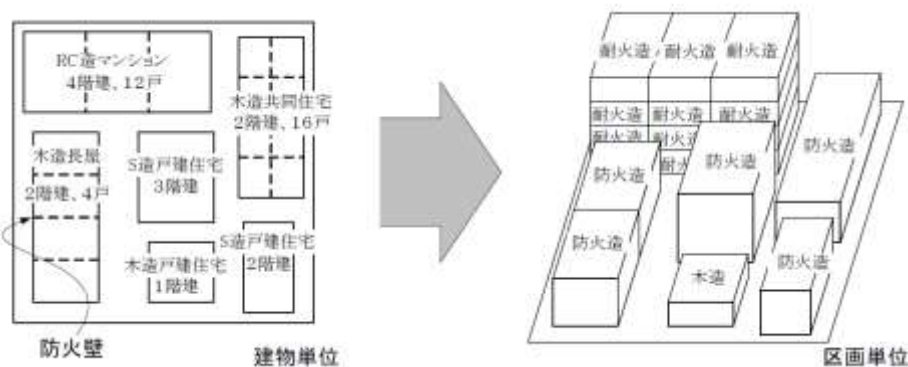


図 3.2-6 区画単位でみた市街地のイメージ

<参考文献>

国土技術政策総合研究所

「まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発」報告書（2003年）

(i) 区画ごとの火災成長

現実の市街地には様々な区画が存在し、防火・耐火性能や火災性状がそれぞれ異なる。市街地火災シミュレーションの物理モデルでは、火災性状に応じて区画を5つ（耐火造、準耐火造、防火造、防火造（強め）、裸木造）に分類・定義しており（表3.2-4）、それぞれのシナリオに従って火災が進行する（図3.2-7）。

構造種別により、シミュレーションにおいては着火判定領域や、火災進行シナリオが異なる。着火判定領域とは、区画外周（外壁、屋根、開口部）部分のうち、周囲からの加熱によって着火する可能性のある部位。

表 3-2.4 構造種別定義

構造種別	定義	シナリオ	種別コード
耐火造区画	外壁、屋根の防火性能が特に高く、区画が火災となった場合に火災最中、火災終了後も外壁、屋根の崩壊が発生しないもの。 着火可能領域は開口部のみ。 例) 建築基準法（以下、「法」）第2条第九号のニイに規定される耐火建築物、法第2条第九号の三イに規定される準耐火建築物を構成する区画、又はこれに類する区画。	A	1
準耐火造区画	外壁、屋根の防火性能がある程度高く、区画が火災となった場合に、外壁は火災最中、火災終了後も崩壊が発生せず、屋根の崩壊は、一定程度遅らせることができるもの。 着火可能領域は開口部のみ。 例) 法第2条第九号の三口に規定される準耐火建築物を構成する区画、又はこれに類する区画。	B	2
防火造区画	外壁、屋根の防火性能があり、区画が火災となった場合に、屋根、外壁の崩壊を一定程度遅らせることができるもの。着火可能領域は開口部のみ。 4は、このうち、特に防火性能が高いもの。例えば建築基準法施行令第136条の2に規定される建築物を構成する区画、又はこれに類する区画。	C	3
防火造区画 （防火性能が高いもの）			4
裸木造	外壁、屋根の防火性能が見込めない、上記1~4以外の区画。 着火可能領域は外壁全体となる。	D	5

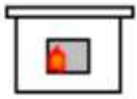
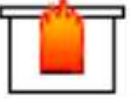
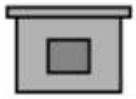
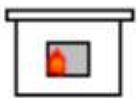
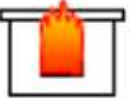

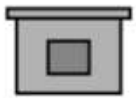








	着火判定領域	mode1	mode2	mode3	mode4
耐火造 [A]					
準耐火造 [B]					
防火造 & 防火造(強) [C]					
裸木造 [D]					

図3.2-7 火災進行シナリオ

A・B：外部からの加熱に対しては開口部を通して内部の可燃物が発火する可能性があるのみである。火炎や熱気流は開放またはガラスの脱落した開口部から噴出する。Bは、屋根の崩壊を一定程度遅らせることが可能。内部が燃え尽きても区画形状は保ったままである。

C：外部からの加熱に対しては開口部を通して内部の可燃物が発火する。その後開口部のみから火炎や熱気流が噴出するが、屋根や外壁は内部の燃焼が進むにつれて順次に崩壊し、最終的に全体が火災となり、やがて燃え落ちる。

D：外部からの加熱に対しては、露出した木部に着火する。屋根や外壁は内部の燃焼とともにすぐに燃え抜け、全体が火災となり、やがて燃え落ちる。

出火前の状態を「mode0」、開口部からのみ火炎が噴出している状態を「mode1」、開口部および屋根から噴出している状態を「mode2」、区画全体が一体の火炎となって燃焼している状態を「mode3」、鎮火後の状態を「mode4」と定義している。

(ii)区画外部に対する熱源モデル

・火炎軸

火炎は mode1 の区画内温度が873[K]以上となったとき以降、およびmode2、mode3のときに区画外部へ噴出する。火炎形状は火炎軸により代表させ、その方向と長さにより表す。

火炎軸の基点は開口部の下端と中性帯高さのいずれか高い方の水平方向中央とする。なお、火炎軸の方向は火炎基点から先端に向かう単位ベクトル、火炎軸の長さは基点から先端までの距離として表す。

mode2 またはmode3 の場合、個々の開口噴出火炎の形状は求めず、一つのまとまった火炎を形成するものとし、火炎軸の基点は区画重心（高さ $Hc/2$ ）とする。なお、火炎軸の方向、および火炎軸の長さはmode1 の場合と同様である。

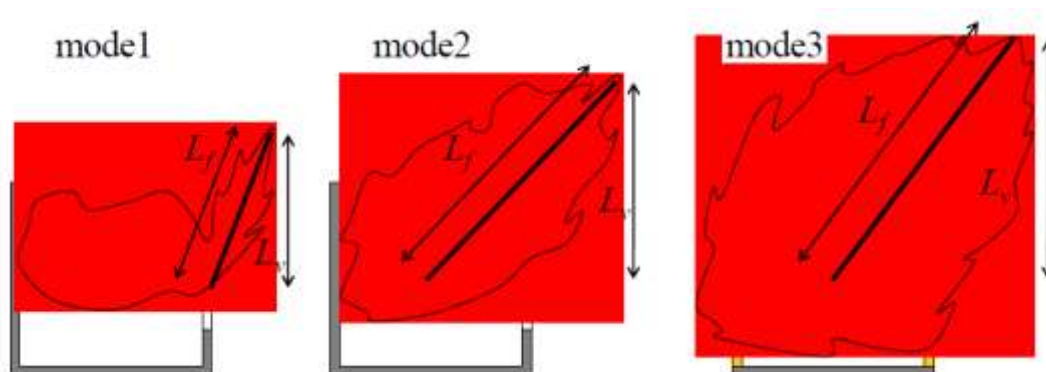


図 3.2-8 mode ごとの火炎性状

火炎軸は、図3-2.6の通り座標軸をとり、水平方向の向きを α 、水平面からの立ち上がり角度を ϕ とすると、以下のように表すことができる。

$$(f_x, f_y, f_z) = (\cos\alpha \cdot \cos\phi, \sin\alpha \cdot \cos\phi, \sin\phi) \quad (\text{式 3.2-1})$$

α は風向きと同一方向をとることとし、 ϕ は火災実験の結果からモデル化して得た式を利用している。

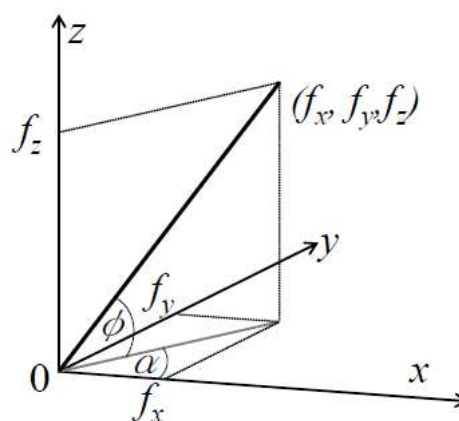


図 3.2-9 火炎軸の向き

(iii)複数の区画からの受熱量計算

・火災合流の評価

火災合流による影響は、火災合流により火炎の長さが増大する影響を考慮する。ただし、個別の火炎の形状が変化するのではなく、増大した分の火炎を表す火炎を別途仮想的に発生させる。火炎の長さが増大することで、近傍では受熱面からみた形態係数が大きくなり、より遠方へ火熱が到達することとなる。

・放射

単一の火炎からの距離 d [m]における放射受熱流束 I [kW/m²]は簡易的には次式で計算出来ることが示されている。しかし同時に、火源径を r として、 $d < 4r$ の範囲では火炎高さ・形状を考慮した綿密な計算が必要とされている。

$$I = \frac{XQ}{4\pi d^2} \cos\theta \quad (式3.2-2)$$

X: 発熱量に対する放射により失われる熱量の割合(=1/3)

本モデルでは火炎軸を複数に分割しそれぞれの分割点に仮想火源を配置することで火炎形状を考慮することとした

ここで、 i は個々の仮想火源を識別する番号、 Q_i 、 d_i 、 θ_i はそれぞれ、 i 番目の仮想火源についての、発熱速度[kW]、受熱点からの距離[m]、受熱面との成す角[rad]である。

$$I = \sum_i \frac{XQ_i}{4\pi d_i^2} \cos\theta_i \quad (式3.2-3)$$

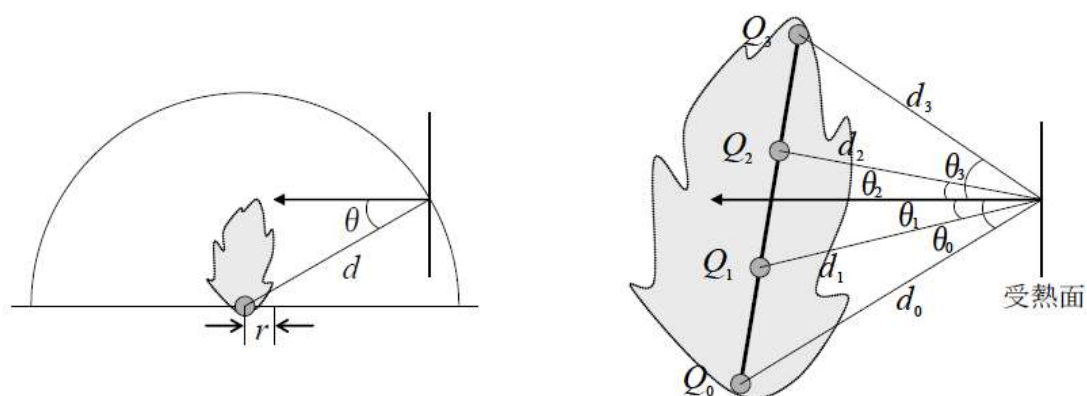


図3.2-10 放射熱流束の計算方法

(iv)着火判定計算

・着火温度

着火は、着火可能領域に存在する可燃物が熱せられ、着火温度に達した時点で発生する。本モデルでは、木材の着火温度を320[°C]すなわち、593[K]としている。

・温度上昇量

ある時刻 t における、放射および熱気流による着火判定点への入射熱流束 $I(t)$ は、それぞれの合計として得られ次式で表される。

$$I(t) = \sum I_r(t) + I_c(t) \tag{式 3.2-4}$$

$\sum I_r(t)$: 時刻 t における全ての火炎からの放射受熱流束の合計[kW/m²]

$I_c(t)$: 時刻 t における熱気流による対流受熱流束[kW/m²]

・着火判定点

任意の地点における温度上昇と着火時間が得られることにより、受熱側の区画は、周囲の時々刻々変化する受熱状況に応じた温度上昇も計算可能であるが、計算上は実用的ではない。そのため、市街地火災シミュレーションの物理モデルでは、着火可能領域内で最も早く着火する可能性のある点を着火判定点として設定し、温度上昇を計算する。

周囲に火源が複数ある場合、着火判定点を正確に求めることは難しいが、一つの火源のみに注目してその火源から最も近い点を求めることでほとんどの場合よい精度が得られる。

図3.2-11に示すように周囲の区画の各mode、各火炎に対して、上記の方法で着火判定点を設置することで、周囲のどの区画が火災となってもある程度の精度で温度上昇の予測が可能となる。

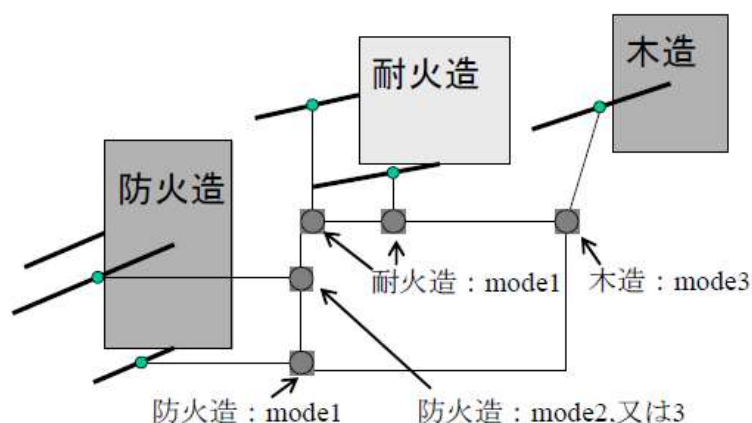


図 3.2-11 着火判定点位置の求め方

(i)～(iv)の計算モデルに基づき作成されたのが図3.2-12の計算フローに示す計算手続きによるシミュレーションプログラムである。

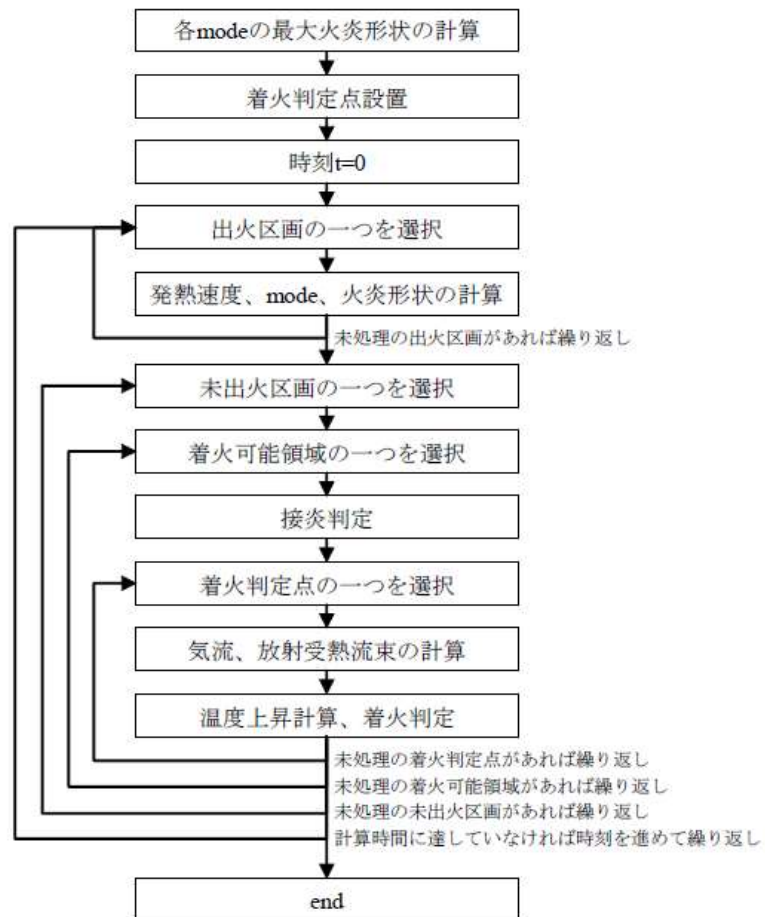


図 3.2-12 シミュレーションプログラムの計算フロー

3.2.4 計算結果の出力

シミュレーションの結果として、火災性状データファイル (out.dat) と、着火判定点データファイル (pout.dat) が生成される。

(1) 火災性状データ

火災性状データファイルは、出力形式 (詳細、標準、簡易) によって情報量が異なる。

「詳細」出力

火災性状データファイルにはシミュレーションプログラムの計算時間ステップごと (1 分間) に、以下の情報が出力される (図 3.2-13)。

図 3.2-13 における下線 A は、「経過時間、固定値、固定値」。

下線 B は「区画 ID、モード (図 3.2-7 参照)、減衰期フラグ、総発熱量、出火要因、火炎噴出開口部数、着火判定点数」。

下線 C は、「壁面 ID、開口部 ID、着火点 ID、温度、受熱量、最大加害区画 ID (受熱がない場合は-1)」。

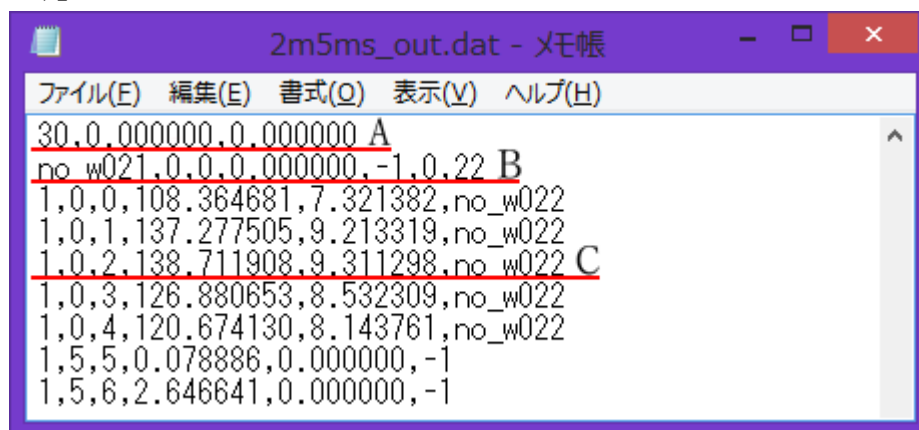


図 3.2-13 火災性状データファイル

(i) 温度 (正式には着火判定点温度) は当該区画に所属する個別の着火判定点の表面温度。着火判定点に蓄積されている熱量を表し、この値が 300[K]になった時点で当該区画は出火する。平常時の温度からの上昇量であることに注意。

(ii) 受熱量 (正式には着火判定点受熱流速) は当該区画に所属する個別の着火判定点が受けている熱流速。受熱の激しさを表し、この値が大きいと、当該着火判定点の表面温度の上昇が早くなる。

(iii) 最大加害区画 ID は、当該区画に所属する個別の着火判定点に対して最も大きな熱的影響を及ぼしている区画の区画 ID。当該区画が出火した時刻において、着火温度に達した着火判定点に対して最も大きな熱的影響を及ぼした区画を特定することにより、当該区画がどの区画から延焼したのかが明らかとなる (複数の加害区画の影響により延焼する場合があるため必ずしも延焼した方向を一意に示すものではない)

「標準」出力

出力形式が「標準」の場合は、「詳細」の下線 A・B が出力され、下線 C の情報は出力されません。ファイルフォーマットは、「詳細」の場合の該当部分と同一。

「簡易」出力

出力形式が「簡易」の場合は、シミュレーションプログラムの計算時間ステップごとではなく、区画ごとに「各 Mode の移行時刻、減衰期への移行時刻[min]」が出力される。

(2) 着火判定点データ

市街地火災シミュレーションでは、周囲の状況や風向・風速を考慮して、着火判定点の計算を行う（出力形式に「詳細」を選択した場合のみ生成される）。

着火判定点データはシミュレーションの最初に一度だけ計算され、以下の情報が出力される。

(i) 着火判定点数

該当区画にいくつの着火判定点が存在するかを表す。

(ii) 着火判定点の位置

着火判定点ごとに出力され、着火判定点の位置を x、y、z 座標値で表す。

3.3 シミュレーションプログラムの補足

本研究では、国土地理院の基盤地図情報を基に DAT ファイルの作成・編集を行っているが、編集の際にいくつかの建物について追加・削除・改変といった変更を行っている。本項では変更を行った建物について述べる。

(1) 「建物」以外の物体について

階数・構造の確認や開口部の編集のためにフィールドワークや Google Earth で調査を行った結果、カーポートタイプの車庫や倉庫などが基盤地図情報では防火木造の建物として認識され、配置されていることが判った。

本研究では、建物以外の扱いを以下のように定めている。

車両

市街地における車両については、今回のシミュレーションでは考慮しないものとする。

対象地域の神楽坂では駐車場や車庫の他に、日中では神楽坂通りにも車両が駐車・停車している様子を見受けられる。これらの車両の設置状況を把握し、シミュレーションにおいて考慮することは現実的ではない為、考慮しないものとした。

倉庫

物置として利用される小規模の倉庫は、シミュレーションに対して影響が少ないものと考え、今回のシミュレーションでは削除している。

ガレージタイプの車庫

ガレージタイプの車庫は市街地火災シミュレーションの仕様書では一つの区画として扱っており、シミュレーション上の扱いは「住宅」となっている。本研究においても区別が困難であるため住宅として扱っている。

カーポートタイプの車庫

屋根と柱の構成で簡易的な車庫。基盤地図情報では建物として扱われている（図 3.3-1）が、実際にはカーポートタイプの車庫であったため（図 3.3-2）、今回のシミュレーションでは削除している。



図 3.3-1 基盤地図情報の建物 図 3.3-2 実際の市街地の写真

(2) シミュレーション地域の観測時間

対象地域である神楽坂周辺の DAT ファイルの作成を始めた 2016 年 9 月である。利用した基盤地図情報が更新されたのは 2016 年 7 月 1 日時点であり、Google Earth は 2013～2016 年という期間に撮影されたものが混在している。その間に建て替えなどで増減があった箇所が多数確認されている。これらの建物に関する取り扱いを以下に示す。

- ・建て替えが行われた場合や、建物外周線が実際のものとは大きく異なる場合には、Google Earth や、フィールドワークの情報を重視して変更している。

- ・2016 年 9 月～12 月に新しく建てられたものや、施工中のものに関しては今回のシミュレーションには反映しない。

- ・取り壊された建物については、削除を行っている。

(3) 平面形状について

建物データを編集する時期によって処理方法が異なる箇所がある。

図 3.3-3 は実際の建物と市街地火災シミュレーションで再現した建物を比較している。

図 3.3-4 も同様の比較をしたものであるが、こちらは研究の終盤に編集・入力した建物である。階層ごとに異なる平面形状を与えることで、より高い再現を行っている。



図 3.3-3 実際の建物とシミュレーションの建物の比較 1



図 3.3-4 実際の建物とシミュレーションの建物の比較 2

3.4 区画の可燃物量について

区画を構成する躯体と、区画内部の収納物の可燃物量の計算方法について述べる。

可燃物重量は、可燃物を同じ発熱量となる木材に換算した重量で表し、この重量に単位木材あたりの発熱量を乗じることで区画の総発熱量を得ることが出来る。構造部材・内装材などの固定可燃物重量と、家具などの積載可燃物重量に分けて計算している。(式 3.4-1)

$$W = W_b + W_l \quad (\text{式 3.4-1})$$

W :可燃物重量[kg] W_b :固定可燃物重量[kg] W_l :積載可燃物重量[kg]

①固定可燃物重量

(木質系建築物の場合)

$$W_b = 60A_{floor} + 90A_l \quad (\text{式 3.4-2})$$

W_b :固定可燃物重量[kg], A_{floor} :延べ床面積[m²], A_l :建築面積[m²]

60:途中階の固定可燃物量、約 60[kg/m²]

90:屋根の固定可燃物量、約 90[kg/m²]

(不燃系建築物の場合)

$$W_b = 0.5 \times 1.5 \times H_c \times A_{floor} \quad (\text{式 3.4-3})$$

W_b :固定可燃物重量[kg], H_c :天井高さ[m], A_{floor} :延べ床面積[m²]

0.5:住宅での単位床面積当りの壁長さ、0.5[m/m²]

1.5:住宅の一般的な内装仕上げの単位床面積あたりの重量、1.5[kg/m²]

②積載可燃物重量

単位床面積当りの収納可燃物量(積載火災荷重)[kg/m²]は、対象となる区画の用途によって異なる。

$$W_l = w_l \times A_{floor} \quad (\text{式 3.4-4})$$

W_l :積載可燃物重量[kg], w_l :積載火災荷重 [kg/m²], A_{floor} :延べ床面積[m²]

表 3.4-1 区画用途区分における積載火災荷重

用途番号	区画用途区分	積載火災荷重 [kg/m ²]	用途番号	区画用途区分	積載火災荷重 [kg/m ²]
1	業務施設	22.3	12	官公庁施設	22.3
2	商業施設	19.6	13	文教厚生施設(A)	16.8
3	宿泊施設	10.9	14	文教厚生施設(B)	16.8
4	娯楽施設	19.6	15	運輸倉庫施設	64.8
5	遊戯施設	19.6	16	重工業施設	35
6	商業系用途複合施設	19.6	17	軽工業施設	35
7	住宅	27.5	18	サービス工業施設	35
8	共同住宅	27.5	19	家内工業施設	35
9	店舗併用住宅	27.5	20	危険物貯蔵・処理施設	実態による
10	店舗併用共同住宅	27.5	21	農林漁業用施設	実態による
11	作業所併用共同住宅	27.5	22	その他	実態による

3.5 区画の構造について

市街地火災において建物の構造は、延焼の状況を大きく変えるものである。

シミュレーションを実行するにあたり建物の構造、風速等を変えた場合に延焼の様子がどのように変化するかを検証する。3.5～3.7 でシミュレーションをするにあたり基本的に以下の設定条件で行った。

●市街地火災延焼シミュレーションの計算条件

○建物

- ・ 建築面積 64 m^2 ($8\text{ m} \times 8\text{ m}$)、1階あたりの高さは 3 m
- ・ 構造は、耐火造区画、準耐火造区画、防火造区画、防火強め区画、裸木造区画
- ・ 開口部は、各層 2 箇所を設ける（構造を比較する時は普通ガラスとする）

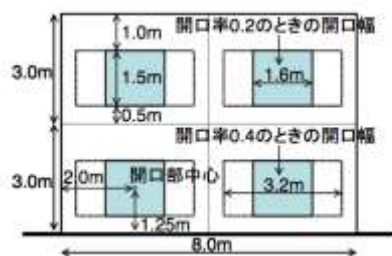


図 3.5-1 建物

○市街地

- ・ 東西方向 5 棟、南北方向 10 棟の 50 棟を配置
- ・ 隣棟間隔は 3 m 。隣棟間隔の変化を見るときは 1 m と 5 m を追加。

○その他

- ・ 風向き：南風
- ・ 風速： 6 m/s
- ・ 防火性能の比較：2 列目、3 行目の建物を出火点として、風下側の建物の延焼していく様子を確認する

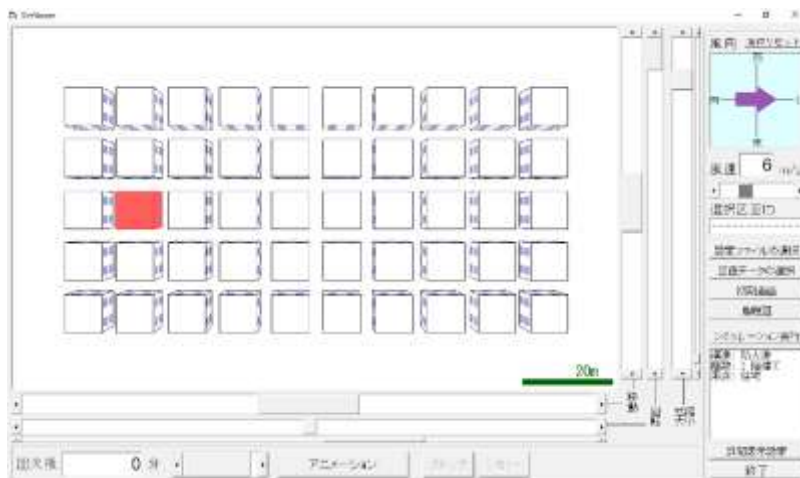


図 3.5-2 シミュレーションの市街地

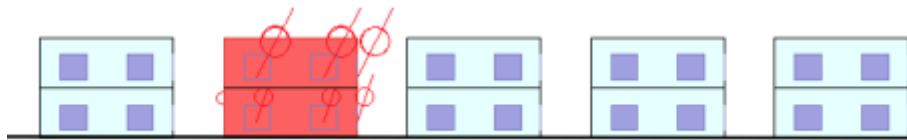
耐火造区画

外壁、屋根の防火性能が高く、区画が火災となった場合に火災最中、火災終了後も外壁、屋根の崩壊が発生しないもの。着火可能領域は開口部のみ。

外部からの加熱に対しては開口部を通して内部の可燃物が発火する可能性があるのみである。火炎や熱気流は解放またはガラスの脱落した開口部のみから噴出する。内部が燃え尽きても区画形状は保ったままである。



風速 0m/s 風向き→ 出火から 43 分後



風速 3m/s 風向き→ 出火から 43 分後



風速 6m/s 風向き→ 出火から 43 分後

図 3.5-3 耐火造 風速の変化による火炎軸の様子



図 3.5-4 耐火造の建物 1 (神楽坂)



図 3.5-5 耐火造の建物 2 (神楽坂)

耐火造は、1階と2階で区画分けされており（図 3.5-3）、1階と2階で火炎軸の傾きが違い、隣の区画に着火する時間は準耐火造より早いですが、2階のみが着火するため、全区画中延焼の被害規模は一番小さい。

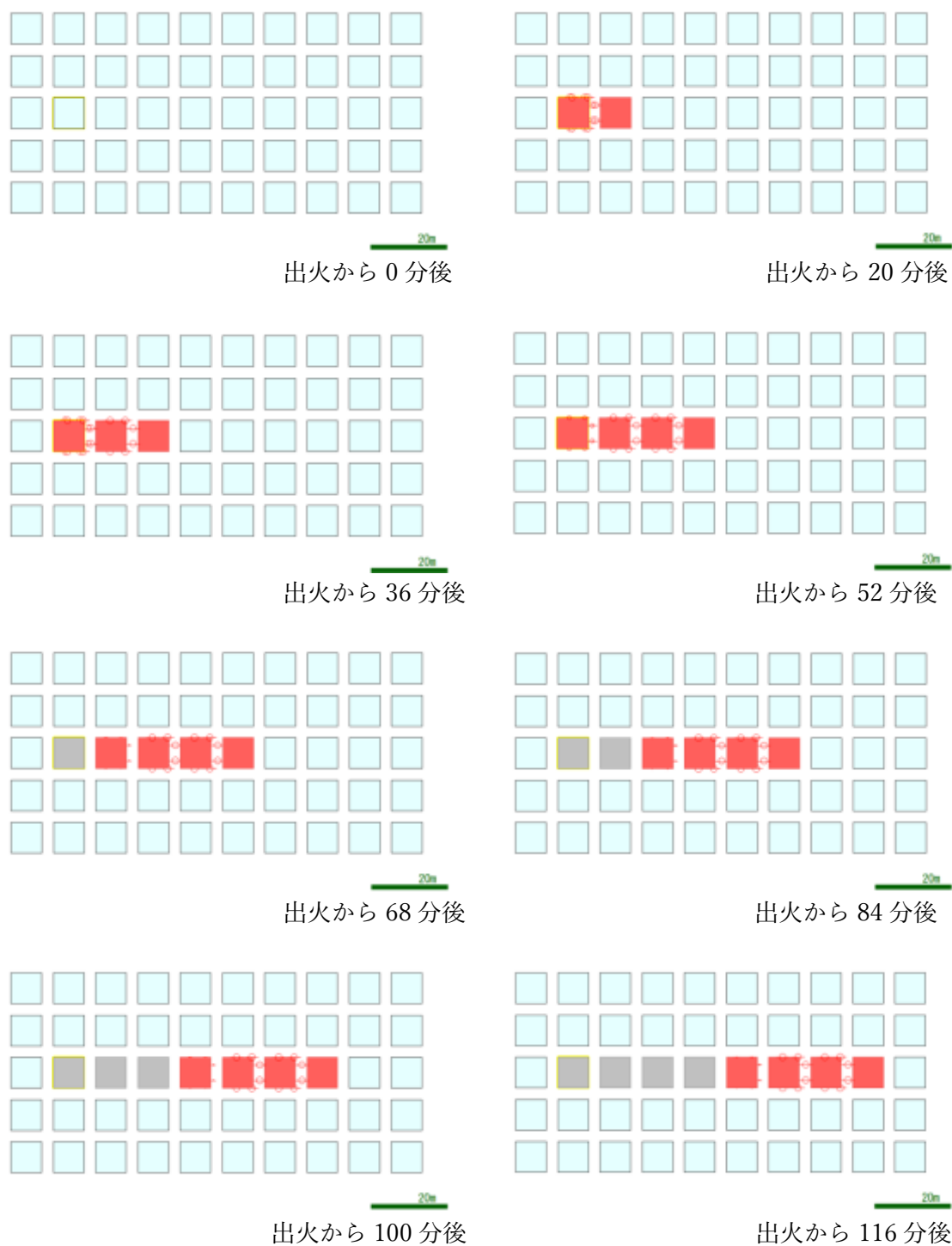


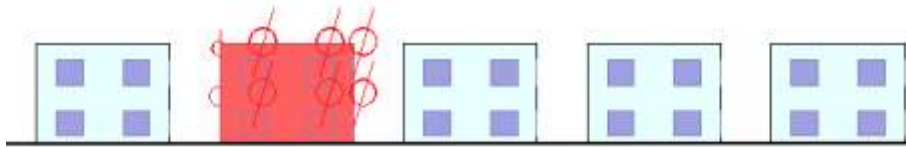
図 3.5-6 耐火造 風速 6m/s のシミュレーション結果

準耐火造区画

外壁、屋根の防火性能がある程度高く、区画が火災となった場合に、外壁は火災最中、火災終了後も崩壊が発生せず、屋根の崩壊は、一定程度遅せることができるもの。着火可能領域は開口部のみ。



風速 0m/s 風向き→ 出火から 41 分後



風速 3m/s 風向き→ 出火から 41 分後



風速 6m/s 風向き→ 出火から 41 分後

図 3.5-7 準耐火造 風速の変化による火炎軸の様子



図 3.5-8 準耐火造の建物 1 (神楽坂)



図 3.5-9 準耐火造の建物 2 (神楽坂)

準耐火造は耐火造と同じように風下側にしか延焼しなかったが、耐火造と違い、1階と2階を同じ一つの区画として扱っているので、1階と2階の両方が着火する。

今回の設定で耐火造より隣の区画への延焼時間が遅い結果となったのは、火炎軸の傾きが区画の床高さ（下端高さ）によって決められているためだと思われる。

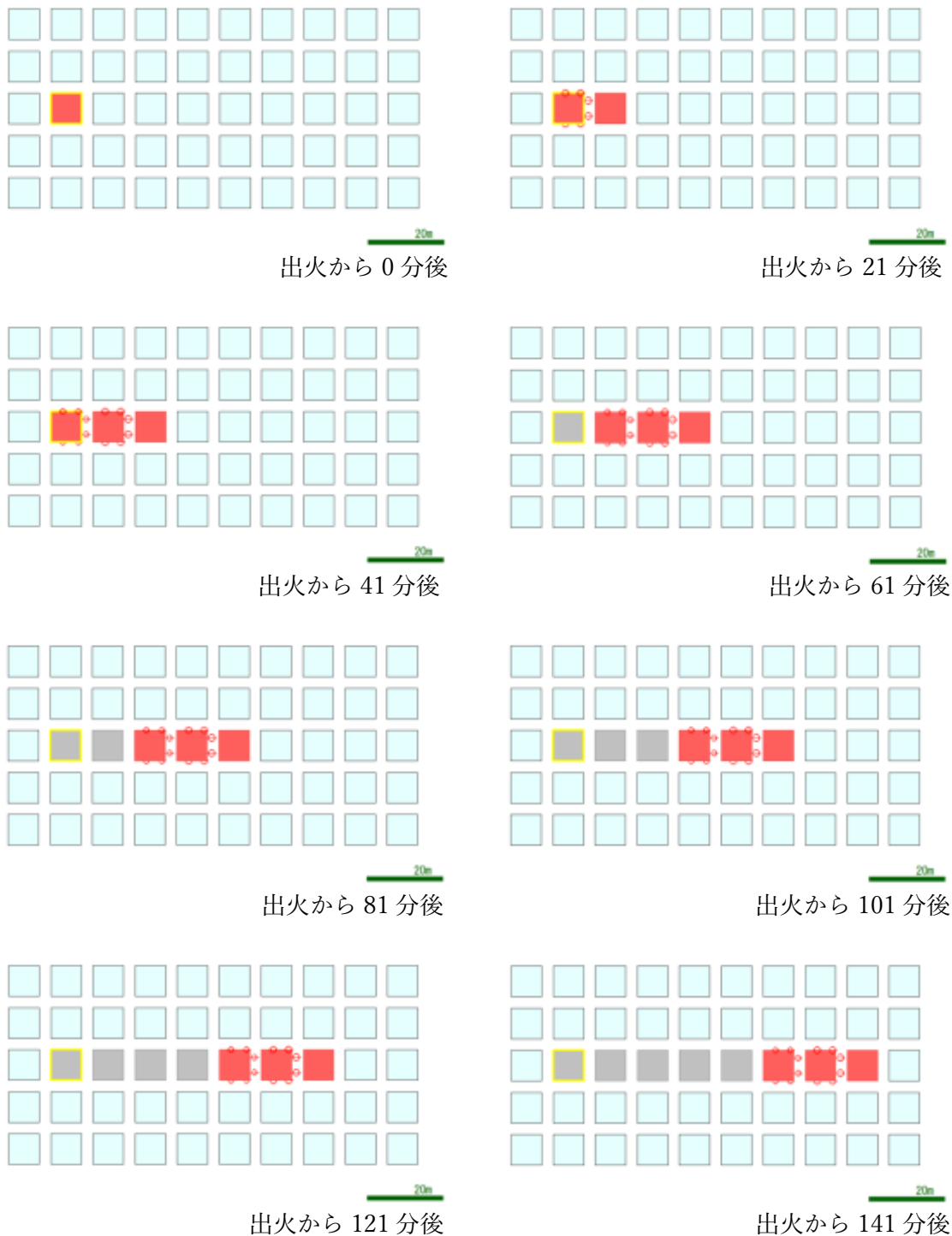


図 3.5-10 準耐火造 風速 6m/s のシミュレーション結果

防火造区画（強め）

防火造区画のうち、特に防火性能が高いもの。例えば建築基準法施行令第 136 条の 2 に規定される建築物を構成する区画、又はこれに類する区画。

防火造（強め）は最近（10 年以内くらいに）造られた防火造の建物として扱った。

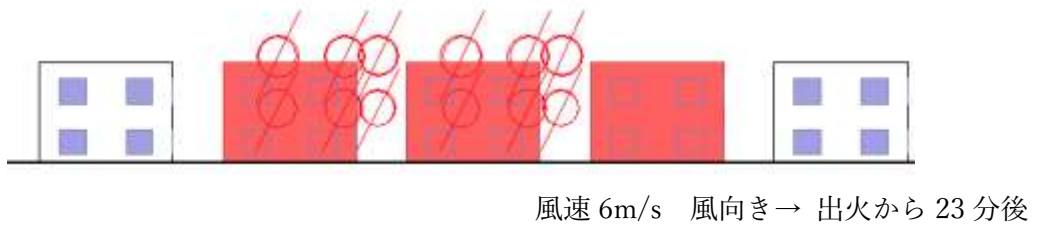
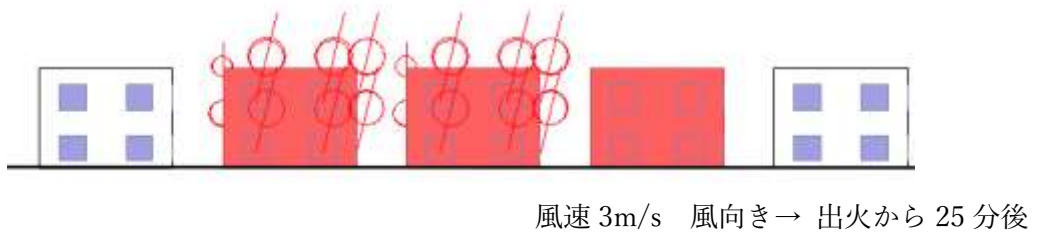
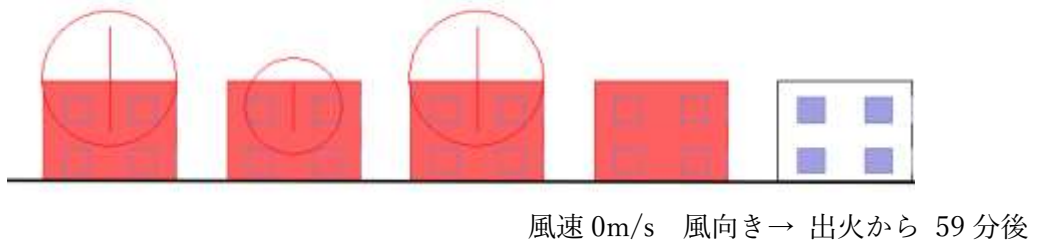


図 3.5-11 防火造（強め） 風速の変化による火炎軸の様子



図 3.5-12 防火造（強め）の建物 1



図 3.5-13 防火造（強め）の建物 2

防火造（強め）は、防火造と比べて隣の区画への延焼時間はあまり変わらないが、延焼範囲が防火造（強め）の方が若干狭く燃えにくいという結果となった

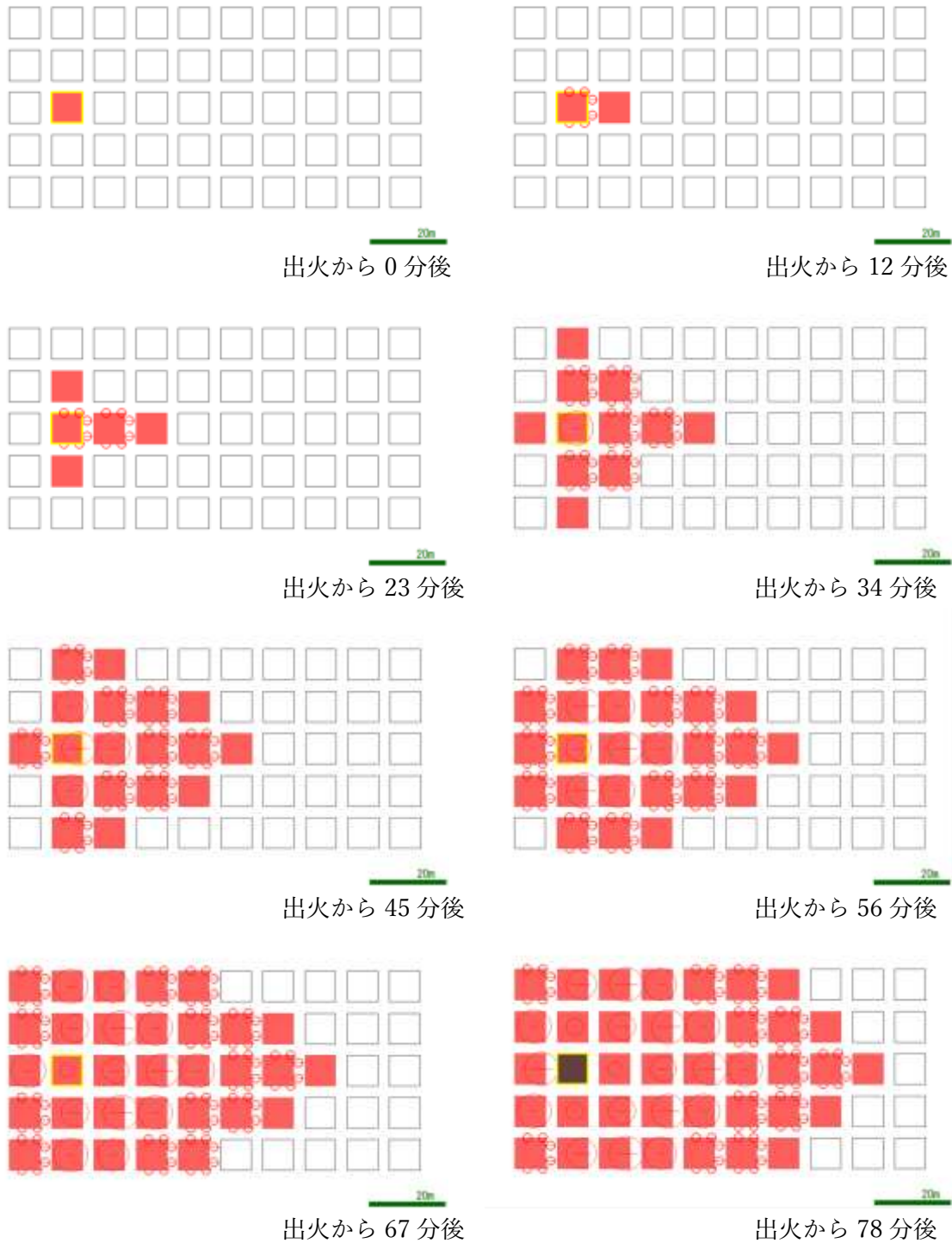
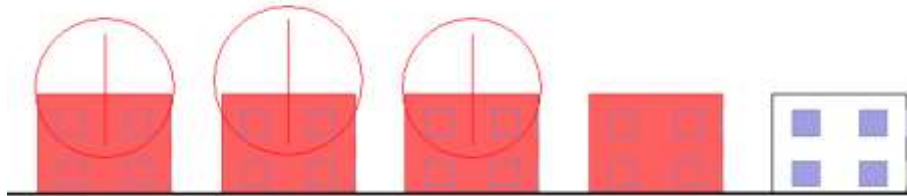


図 3.5-14 防火造（強め）風速 6m/s のシミュレーション結果

防火造区画

外壁、屋根の防火性能があり、区画が火災となった場合に、外壁、屋根の崩壊を一定程度遅らせることができるもの。着火可能領域は開口部のみ。

外部からの加熱に対しては開口部を通して内部の可燃物が発火する。その後開口部のみから火炎や熱気流が噴出するが、屋根や外壁は内部の燃焼が進むにつれて順次に崩壊し、最終的に全体が火災となり、やがて燃え落ちる。



風速 0m/s 風向き→ 出火から 41 分後



風速 3m/s 風向き→ 出火から 25 分後



風速 6m/s 風向き→ 出火から 23 分後

図 3.5-15 防火造 風速の変化による火炎軸の様子



図 3.5-16 防火造の建物 1



図 3.5-17 防火造の建物 2

防火造は、裸木造ほどではないものの延焼範囲が広く、隣の区画への延焼時間も10分程度と非常に早い。また、風下側だけでなく風上側へも広がっていった

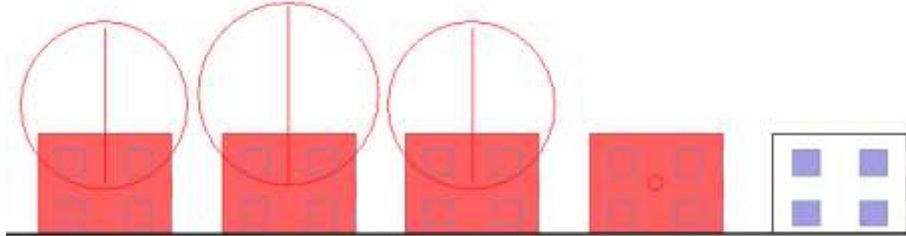


図 3.5-18 防火造 風速 6m/s のシミュレーション結果

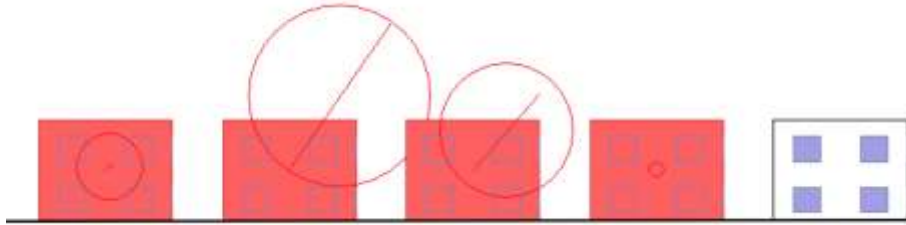
裸木造区画

外壁、屋根の防火性能が見込めず、内部の燃焼と共にすぐ燃え抜け、全体が火災となりやがて燃え落ちる。外部からの加熱に対しては、露出した木部に着火する。着火可能領域は外壁全体となる。

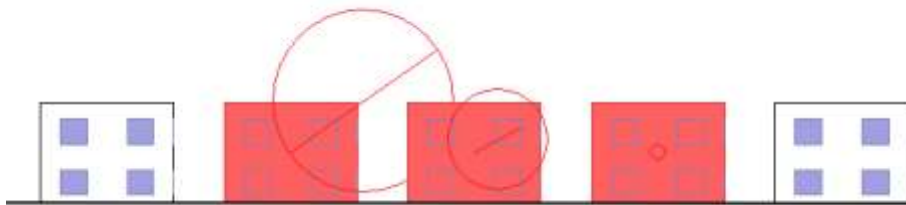
ただし、防火木造の内地震により倒壊（一層以上が崩壊）した区画は裸木造とみなす。



風速 0m/s 風向き → 出火から 19 分後



風速 3m/s 風向き → 出火から 15 分後



風速 6m/s 風向き → 出火から 12 分後

図 3.5-19 裸木造 風速の変化による火炎軸の様子



図 3.5-20 裸木造の建物 1（糸魚川）



図 3.5-21 裸木造の建物 2（糸魚川）

裸木造は、着火可能領域が外壁全体であるため、隣の区画へ延焼する時間がとても早く、次々に拡大していった。また、防火造と同様に、風下側だけでなく風上側へも広がっていった。



図 3.5-22 裸木造 風速 6m/s のシミュレーション結果

3.6 区画の開口部について

火災延焼において開口部は非常に重要なものである。糸魚川の火災では、木造建物だけではなく鉄筋コンクリート造の建物も燃えており、窓ガラスはなくなり躯体だけが残った建物も数棟確認できた。

延焼を防いだ一部の建物の開口部には網入りガラスや複層ガラスなどが使用されており、建物外部からの火災の侵入を防いだ形跡が確認できた。



図 3.6-1 糸魚川の建物 1



図 3.6-2 糸魚川の建物 2 (防火窓)

シミュレーションでの開口部は、防火造区画、準耐火造区画及び耐火造区画の火災性状に大きく影響を及ぼす。受害時には着火可能領域となり、加害時には火炎の噴出元となる。

(1)区画開口部形状

開口部を区画外部から見たときの、左下および右上の2点のx座標値、y座標値、およびz座標値で表される。2点を対角線とする長方形の開口部を想定する。

(2)開口部種別

普通ガラスは受熱時にはすぐに破損・脱落すると見なされる。そのため、シミュレーション上ではガラスが存在しないものとして扱う。防火ガラスは、受熱時に受熱流速を半減する効果がある。防火戸は受熱流速を0とする効果があり、着火可能領域にならない。

また、加害時には防火ガラスおよび防火戸は、すぐには破損せず、火炎噴出を抑える効果がある。

表 3.6-1 開口部の定義

開口部種別	定義
普通ガラス	防火ガラス、防火戸(ガラス以外)以外のガラス窓
防火ガラス	輻射熱を透過する防火戸
防火戸	輻射熱を透過しない防火戸

開口部の検証

防火造区画の開口部を普通ガラスから防火ガラスに変更して検討する。防火ガラスにすることにより普通ガラスの時よりも隣の家に延焼するまでの時間が大幅に延びた。また延焼範囲は、風向きの方角だけに延び狭くなった。

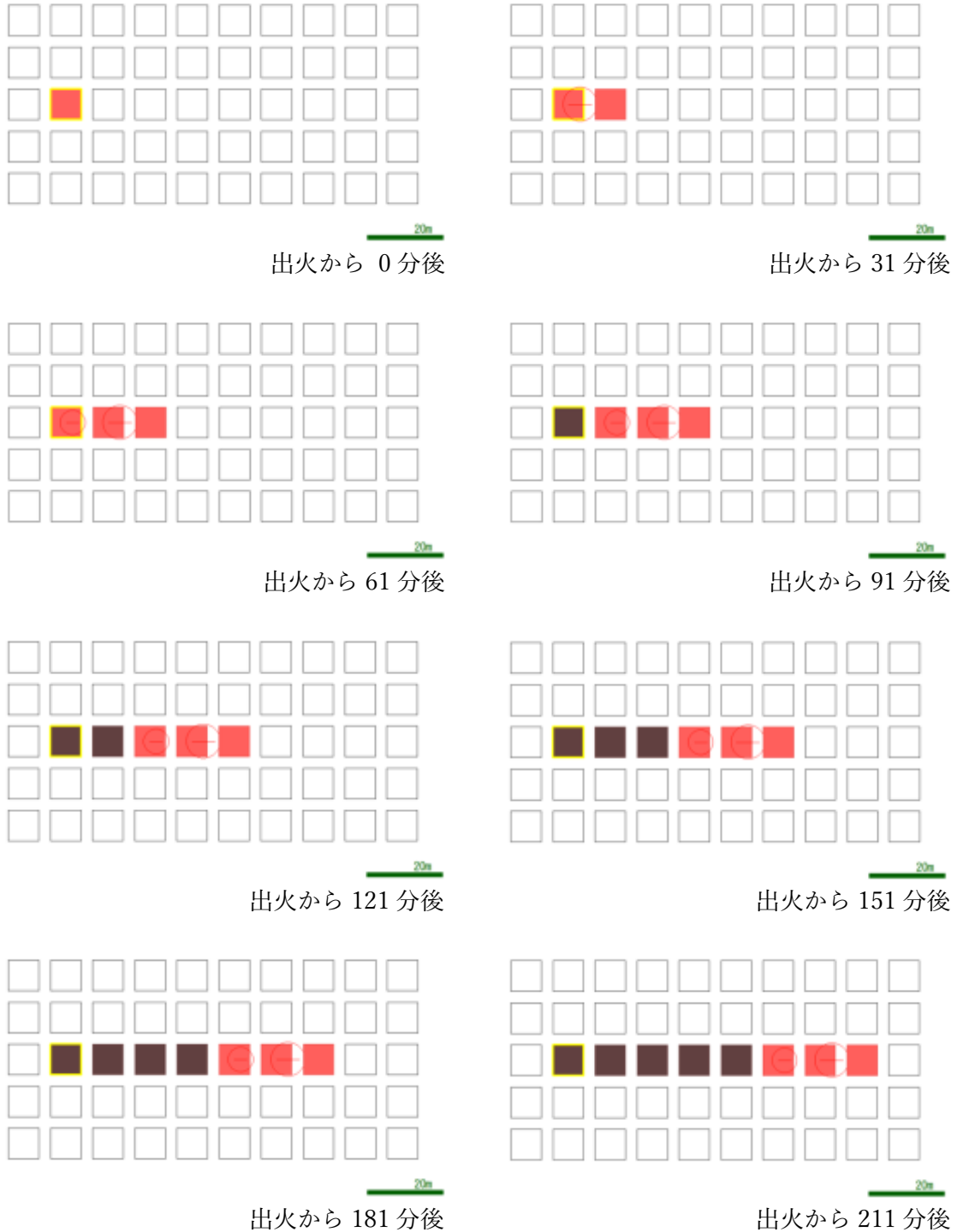


図 3.6-3 シミュレーション結果：防火造・防火ガラス

3.7 区画の床高さについて

シミュレーションには標高データは入れられないので、2.2 に示したように標高を、床高さを変えることで建物情報に組み込んだ。そこで床高さを変えることによりシミュレーション結果にどのような影響が出てくるのかを検証する。

検証1 崖下の建物から崖上の建物への延焼

崖下の建物から崖上への建物への火災を想定して、図 3.7-1 の設定条件で建物 A から出火した場合、建物 B の床高さが 0m、3m、6m、9m に変更していった時、どのように影響するのかを見るためにシミュレーションを行う。

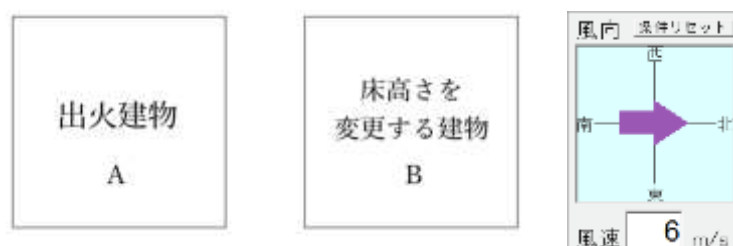


図 3.7-1 設定条件

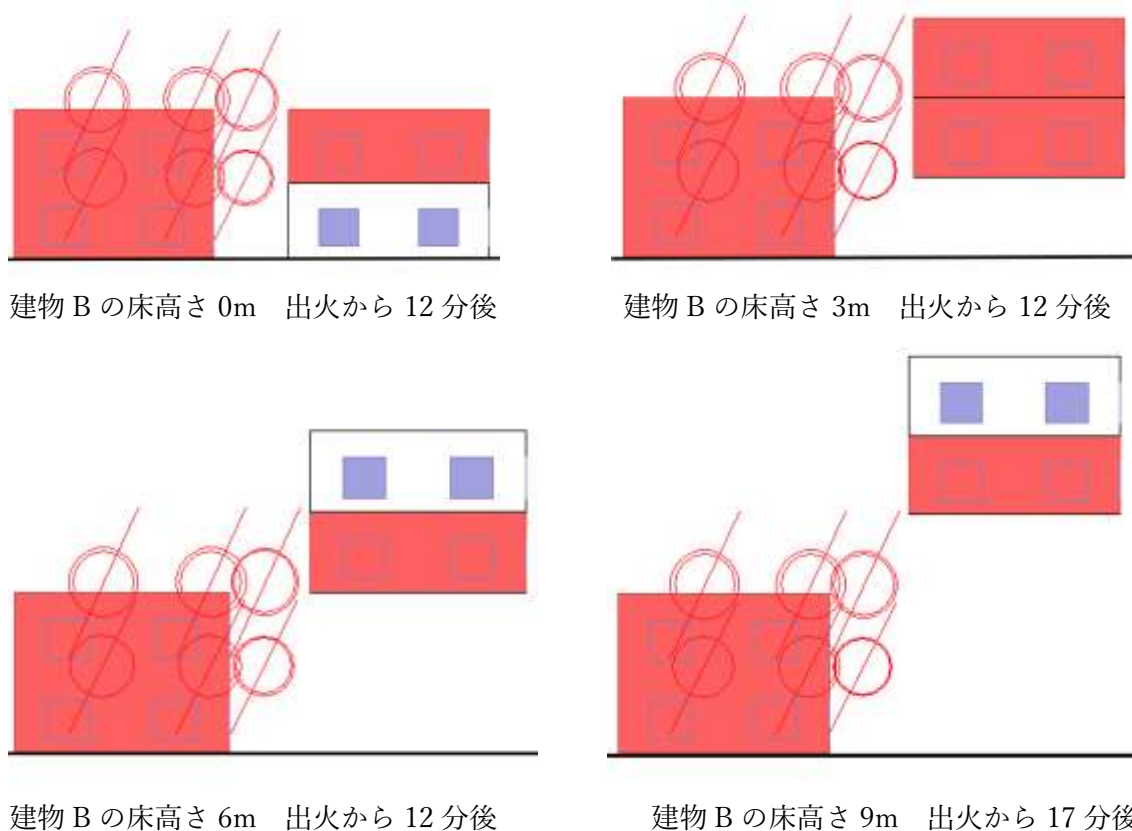


図 3.7-2 シミュレーション結果：床高さ変更その 1

検証 2 崖上の建物から崖下の建物への延焼

崖上の建物から崖下への建物への火災を想定して、図 3.7-3 の設定条件で建物 A から出火した場合、建物 A の床高さが 0m、3m、6m、9m に変更していった時、建物 B にどのように影響するのかを見るためにシミュレーションを行う。



図 3.7-3 設定条件

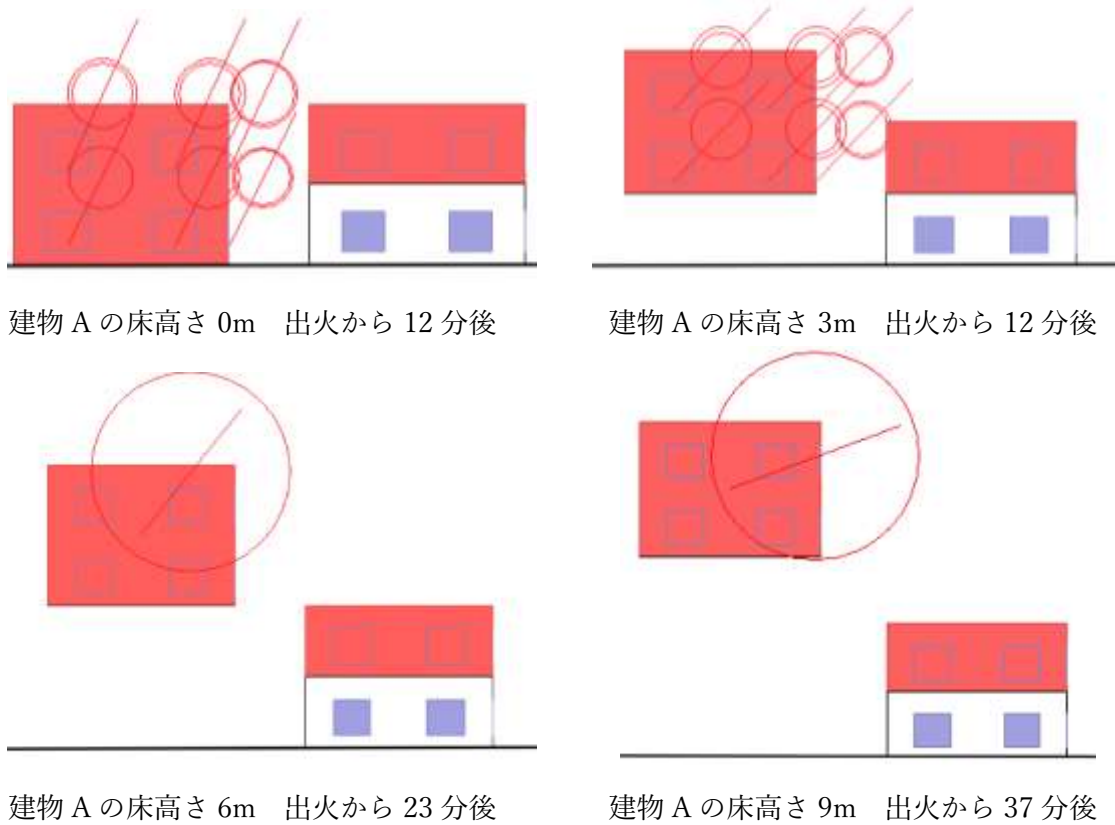


図 3.7-4 シミュレーション結果：床高さ変更その 2

検証 1,2 よりシミュレーションでは、崖下の建物から崖上の建物への火災の方が崖上の建物から崖下の建物への火災より延焼しやすい傾向にあることがわかった。

3.8 樹木データ、塀柵データについて

樹木や塀及び柵は、火や熱を遮断する効果がある。3.7 で示したように延焼において開口部は重要なものであり、隣棟間隔が狭い建物には隣の建物との間にコンクリート塀などがあれば延焼を妨げる可能性がある。

シミュレーションでは、樹木や塀及び柵は接炎や熱などを妨げる遮蔽物として扱われ、延焼拡大を抑える手段の一つである。



図 3.8-1 糸魚川の塀



図 3.8-2 函館の高龍寺の防火塀

(1)樹木・塀柵形状

樹木・塀柵形状は、閉じた多角形の各頂点座標の x 座標値及び、y 座標値のリストで表される。樹木・塀柵は、輻射熱の遮蔽物として機能する。

(2)樹木・塀柵高さ

樹木・塀柵の下端高さを決め、次に樹木・塀柵下端から樹木・塀柵上端までの高さを決める。

(3)樹木・塀柵種別

可燃の樹木・塀柵は接炎すると遮蔽物としての機能を失い全ての輻射熱を透過する。樹木データと塀柵データを分けて準備した場合、樹木データは可燃、塀柵データは不燃と見なされる。

表 3.8-1 樹木・塀柵

開口部種別	定義
不燃	ブロック塀、コンクリート塀、金網フェンス
可燃	生け垣、樹木

(4)樹木・塀柵透過率

輻射熱を反対側へ透過する割合。

第4章 神楽坂の延焼シミュレーション

4.1 神楽坂のシミュレーション

第4章では、シミュレーションで神楽坂周辺がどのように延焼していくのかを示した後に、防火木造が密集して危険な地域などの対策を示す。

研究対象地域については（図 1.5-1 研究対象地域）で示した範囲であり、建物の数は496棟ある。その内、耐火造 97棟（20%）、準耐火造 134棟(27%)、防火木造 265棟（53%）となっている。

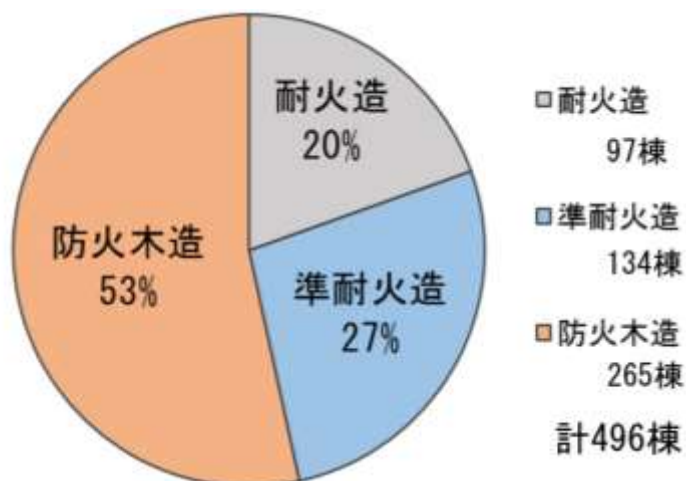


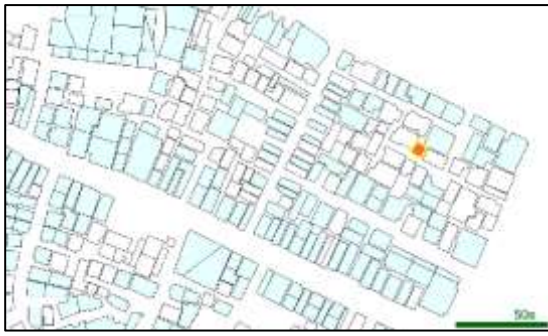
図 4.1-1 対象地域の構造割合

4.1.1 神楽坂の火災延焼の様子その1

神楽坂3丁目、4丁目のかくれんぼ横丁や本多横丁付近の延焼どのように広がっていくかを見る。出火点は図 4.1-2 の黄色の枠で示した箇所です。北東の風 6m/s でシミュレーションを行った。



図 4.1-2 出火場所と設定条件



出火から 0 分後



出火から 30 分後



出火から 60 分後



出火から 90 分後



出火から 120 分後



出火から 150 分後



出火から 180 分後



出火から 210 分後

図 4.1-3 シミュレーションの様子

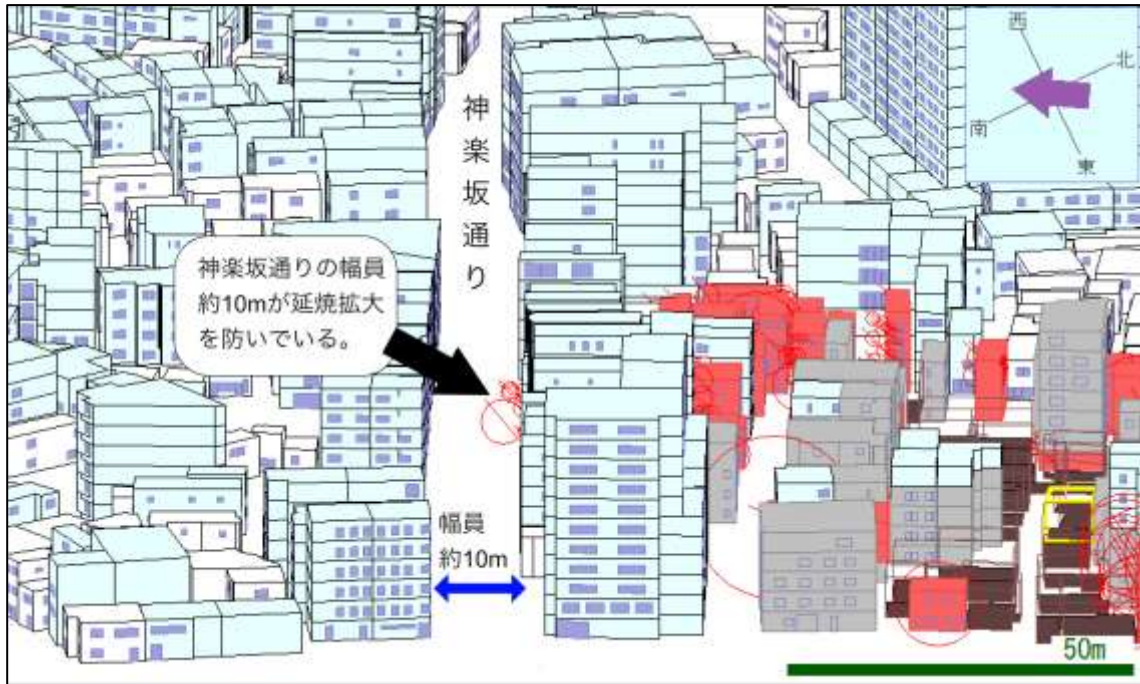


図 4.1-4 出火から 120 分後



図 4.1-5 出火から 210 分後

出火状況より、風下側の神楽坂通りは耐火造が建ち並ぶため延焼速度が遅く、また道路幅員が約 10m もあり神楽坂通りを越えて延焼はせず次第に鎮火していった。一方、延焼は本多横丁を超えて 3 丁目から 4 丁目の方へ延びていく。本多横丁は道路幅員約 5m で道を越えて建物へ延焼していく。

4.1.2 神楽坂の火災延焼の様子その2

1995年の阪神・淡路大震災では、285件の火災が発生しており、地震直後に同時多発し広範囲に延焼が広がっていった。東京でも大地震直後に火災が発生し強風が重なると大規模な市街地火災に進展する可能性がある。そこで首都直下型の地震が起り、同時多発火災が発生したと想定し、シミュレーションを行う。

シミュレーションの設定条件は以下の表 4.1-1 と図 4.1-6 となっている。

出火点に関しては違う区画からの出火をいろいろと試したが、神楽坂の地理的要因や防火木造密集地域への延焼の様子がわかりやすい3点を選んだ。

表 4.1-1 同時多発火災の設定条件

季節	冬
風向き	南東の風
風速	6m/s
出火点	0分 若宮町の防火木造区画 30分後 神楽坂3丁目の防火木造区画 60分後 袋町の防火木造区画



図 4.1-6 同時多発火災の出火場所

<参考文献> 内閣府 阪神・淡路大震災教訓情報資料集

http://www.bousai.go.jp/kyoiku/kyokun/hanshin_awaji/data/detail/1-1-4.html



出火から 0 分後



出火から 30 分後



出火から 60 分後



出火から 90 分後



出火から 120 分後



出火から 150 分後



出火から 180 分後



出火から 210 分後

図 4.1-7 同時多発火災の様子



図 4.1-8 出火点からの延焼の様子

都が指定している神楽坂の広域避難場所は後樂園一体であり、火災が起こってない安全な道を通ってたどり着かなければいけない。なるべく裏路地や細い道は使わず広い通りに出ることが大切である。神楽坂の場合神楽坂下の方へ出て外堀に沿って後樂園一体に行くか、神楽坂上まで行き大久保通りを通って行くのが良い。しかし、震災時には、火災の延焼があり必ずしも安全なルートはなく、最善の道を自分で探さなくてはならない。そのためにも神楽坂の延焼の特徴を知っておくことは大切である。

神楽坂の地理的特徴は、神楽坂下から神楽坂上まで約 10m の標高差がある坂になっており、崖がいくつかある。東京都の 12 月は南東の風が多く火災は神楽坂上の方へ延びていく。

また図 4.1-1 に示したとおり、防火木造区画の棟数が半分を占めており、次から次へと防火木造へ延焼していく。また、長屋や隣棟間隔が狭い建物が密集する地域では延焼速度が増し、延焼が拡大していく。一方、駐車場や墓地などの空間により延焼が次第に収まっていく。

これらの神楽坂の延焼の特徴を踏まえて、次項目で対策について説明する。

4.2 対策の提案

神楽坂通りの両側には耐火造のビルディングが並んでいる。その実、路地に入ると木造建物が密集している箇所があり、4.1のシミュレーションでは火災延焼が拡大する要因となっていることが確認できた。

本項は、木造密集地域に対して具体的な対策の提案と、そのシミュレーションを行うことで定量的な比較を行うものである。

4.2.1 木造密集地域

研究中のフィールドワークの際、地域住民のご意見をアンケート調査で集めており、危険な場所、不安を感じる場所のご指摘を頂いている。指摘された場所には実際に足を運び、推定約30～50年といった築年数の木造建物が、新築の住宅の裏方に数棟立っている場所や、同程度の古い木造アパートが数棟、密集している場所などを確認している。

本研究の範囲は以上の調査を基に設定しており、以下の木造密集地域について、特に対策が必要であると考えている。

- ①神楽坂3丁目 かくれんぼ横丁
- ②神楽坂4丁目 森戸記念館周辺
- ③神楽坂5丁目 日本出版会館の裏
- ④袋町 アパート密集地
- ⑤若宮町11-14 古い木造アパート

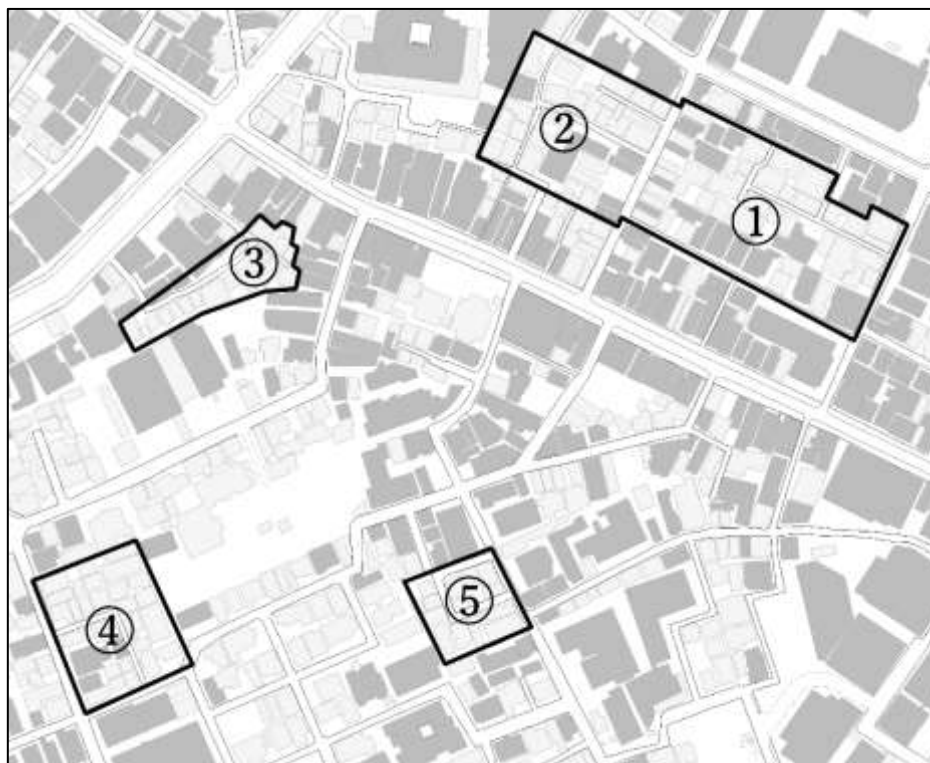


図 4.2-1 注目した木造密集地域

4.2.2 不燃化

建物の不燃化・耐震化に向けた取り組みは全国各地で行われている。

木造密集地域における対策として、効果が明瞭である一方、コストが高いことや、施工面の自由度の低さが課題となる。

本項では、4.2.1④袋町の木造アパート密集地域において構造と開口部の防火性を高めることで、火災延焼の広がり方への影響や、建物の焼失数の変化を定量的に評価する。

対象は図 4.2-2 の図に示す、黒枠で囲まれた範囲の建物である。木造建物の構造をすべて変更しシミュレーションを行う。

計算条件は以下の通りである。

○市街地

- ・現在の状態
- ・構造を「準耐火造」に変更
- ・開口部を「防火ガラス」に変更
- ・構造を「準耐火造」、開口部を「防火ガラス」にそれぞれ変更 以上 4 ケース

○設定条件

- ・出火点は図 4.2-2 に示す
- ・風向き：南西
- ・風速：6m/s

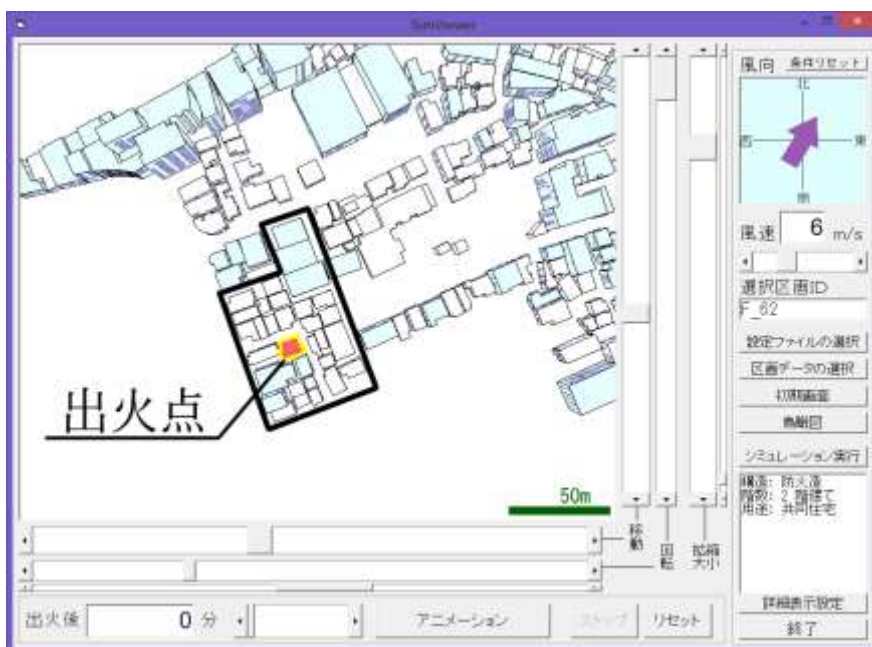


図 4.2-2 不燃化の対象地域

現在の状態

右図の赤枠で示す場所は、1.3「火災事例」①の火災事故現場である。

シミュレーション結果では出火後15分、細い路地を超えて火災が延焼した直後から急速に延焼が拡大していった。

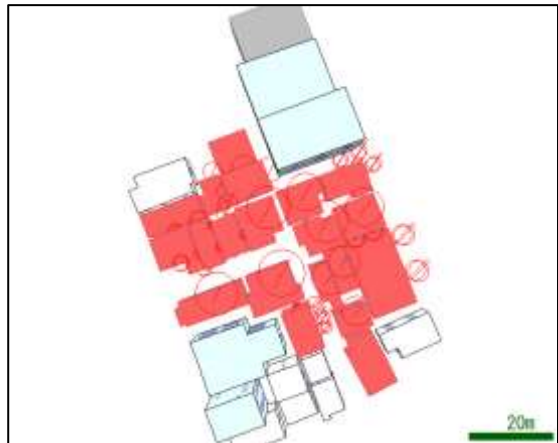
出火から60分後の被害率は74%であり、鎮火したのは197分後であった。



出火から15分後



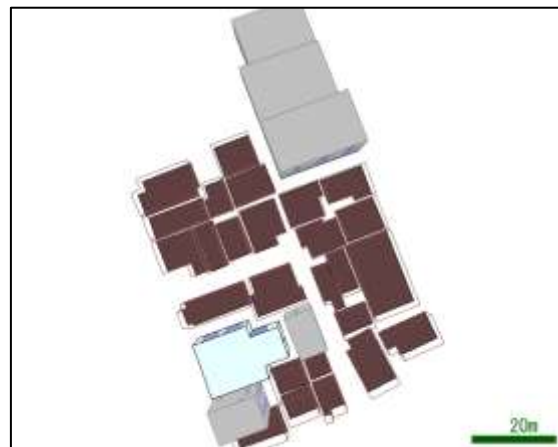
出火から30分後



出火から45分後



出火から60分後



出火から197分後鎮火

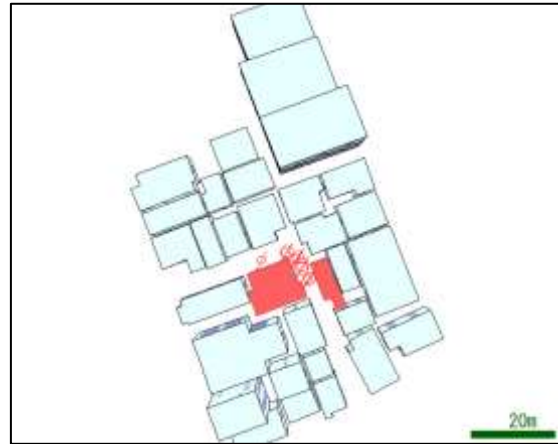
図 4.2-3 シミュレーション結果：防火木造・普通ガラス

準耐火造

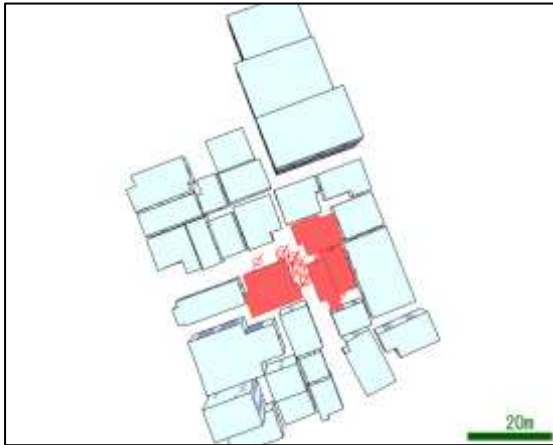
防火木造を対象に、構造を準耐火造（非木造）へ変更した。開口部は普通ガラスである。

区画内部の可燃物量が少なく、mode2に進まないため延焼の被害は明らかに減少する結果となった。

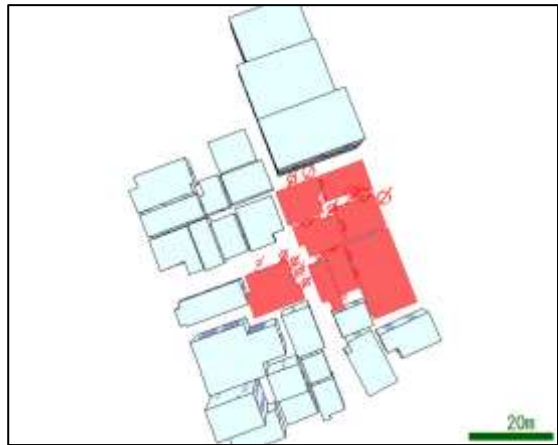
出火から60分後の被害率は23%弱と減少。延焼範囲が少ないため鎮火した時間も97分後であった。



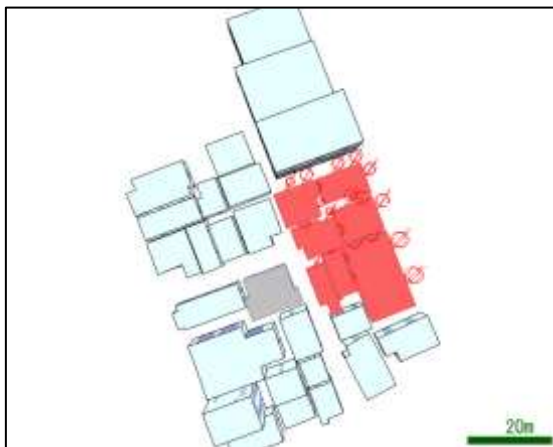
出火から15分後



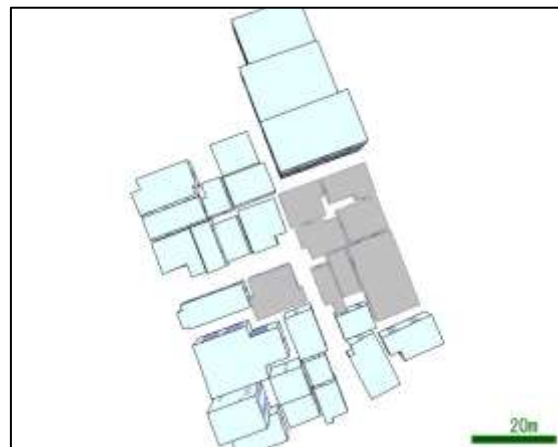
出火から30分後



出火から45分後



出火から60分後



出火から96分後鎮火

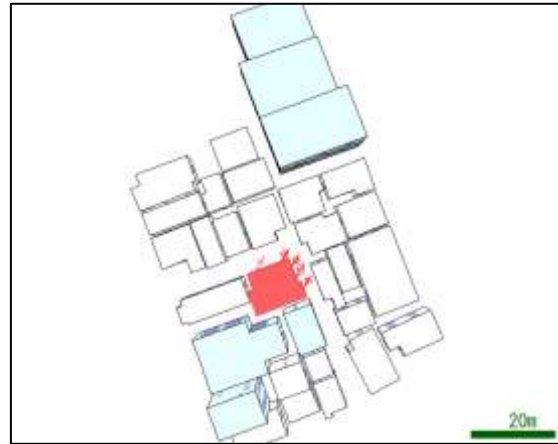
図 4.2-4 シミュレーション結果：耐火造・普通ガラス

防火ガラス

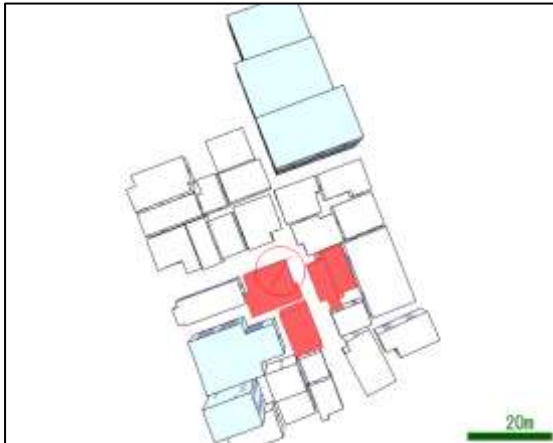
防火木造を対象に、開口部の種別を防火ガラスへ変更した。

構造の変更よりは劣るが、こちらも延焼する速度や、鎮火後、風上側である画像左下の区画の一部が焼けずに残っていることなど一定の延焼防止に効果が得られた結果となった。

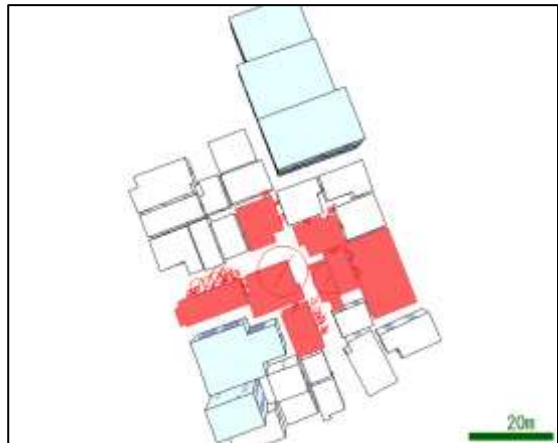
出火から 60 分後の被害率は 43%弱であり、鎮火したのは 191 分後であった。



出火から 15 分後



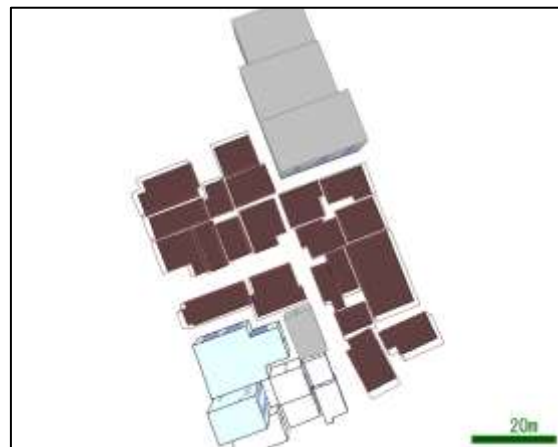
出火から 30 分後



出火から 45 分後



出火から 60 分後



出火から 191 分後鎮火

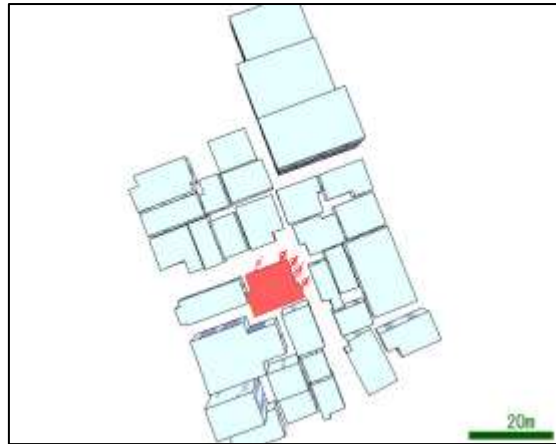
図 4.2-5 シミュレーション結果：防火木造・防火ガラス

準耐火造・防火ガラス

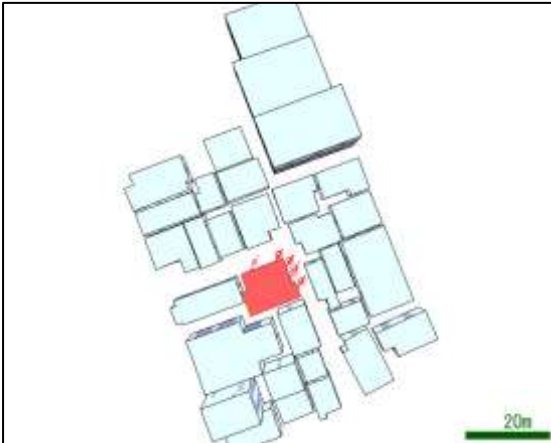
防火木造を対象に、構造を準耐火造（非木造）、開口部の種別を防火ガラスへそれぞれ変更した。

隣棟間隔が変わらず、防火ガラスも時間経過によって割れる想定をしているので、鎮火後の状態を見ると準耐火造のみと変わらないが、延焼速度に大きな違いを確認できた。

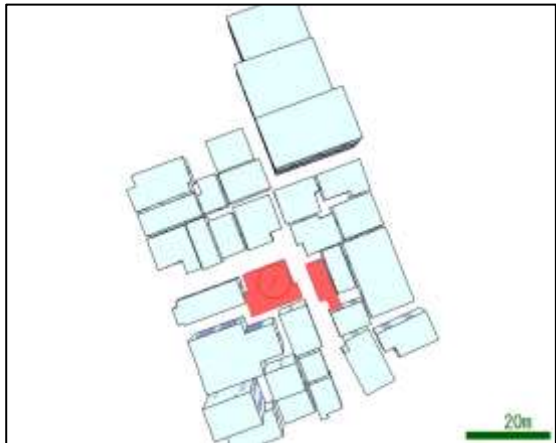
出火から 60 分後の被害率は 8.5%であり、鎮火したのは 170 分後であった。



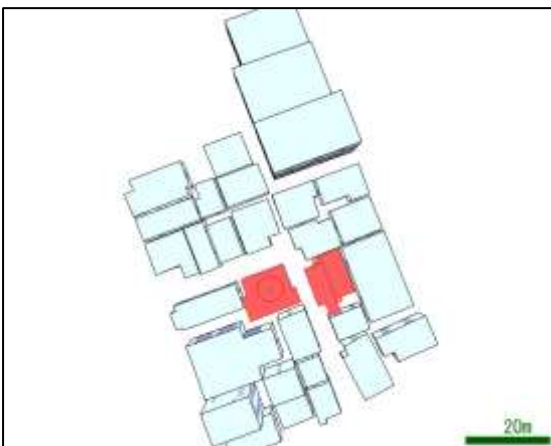
出火から 15 分後



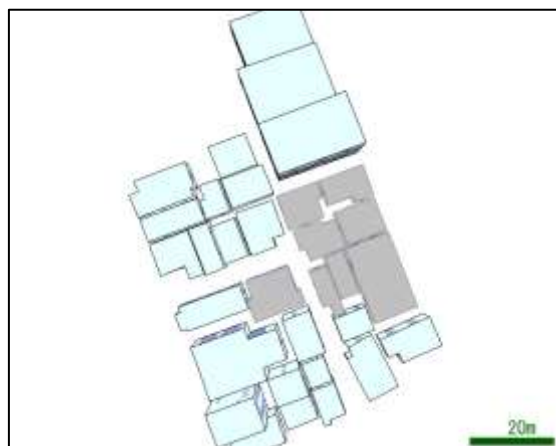
出火から 30 分後



出火から 45 分後



出火から 60 分後



出火から 170 分後鎮火

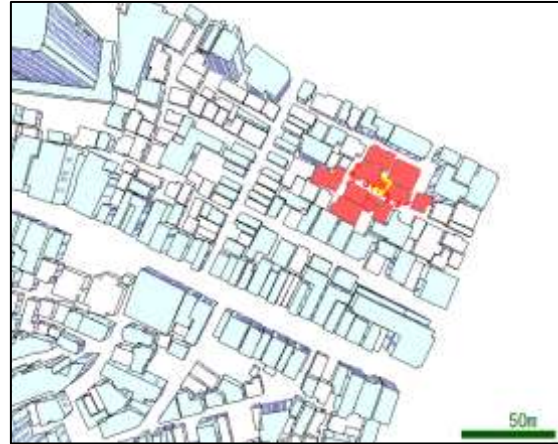
図 4.2-6 シミュレーション結果：準耐火造・防火ガラス

現在の状態

こちらも 1.3「火災事例」②の火災事故の現場を含んでいる。

石畳の細い路地を易々と超えて火災が周囲へ延焼していく様子が確認できる。120分後の画像からは本多横丁を超えて延焼が拡大している。

出火から 60 分後の被害数は 33 棟、被害率(図 4.2-7 で示す黒枠内の範囲の建物のみで計算)は 36%弱であり、対象範囲の建物が鎮火したのは 247 分後であった。



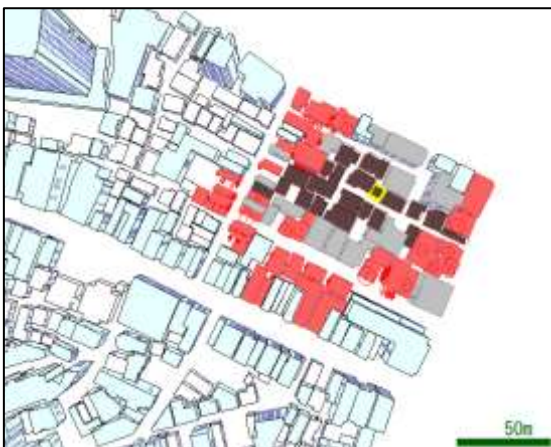
出火から 30 分後



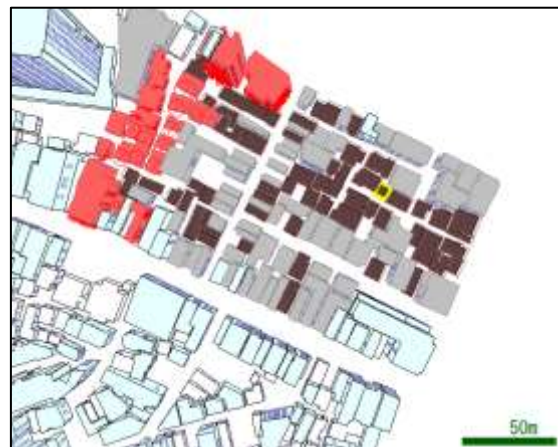
出火から 60 分後



出火から 90 分後



出火から 120 分後



出火から 247 分後、範囲内鎮火

図 4.2-8 シミュレーション結果：空地化棟数 0 棟

10 棟の空地化

範囲内の建物からランダムに 10 棟を削除してシミュレーションを行った。

変化があったのは、右図青枠で示す部分。ただし、120 分前後で延焼が回り込む様に進んでくるため、焼失してしまう。

出火から 60 分後の被害数は 27 棟、被害率は 32% であり、対象範囲の建物が鎮火したのは 249 分後であった。



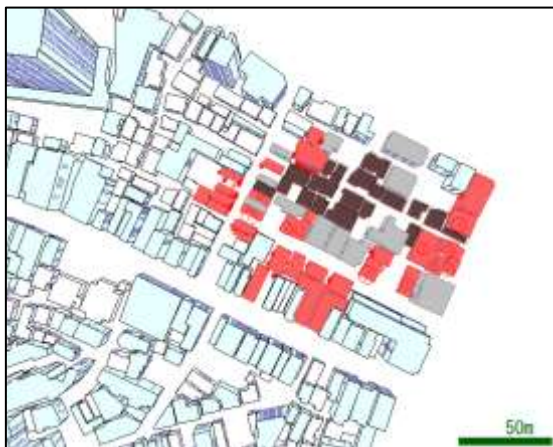
出火から 30 分後



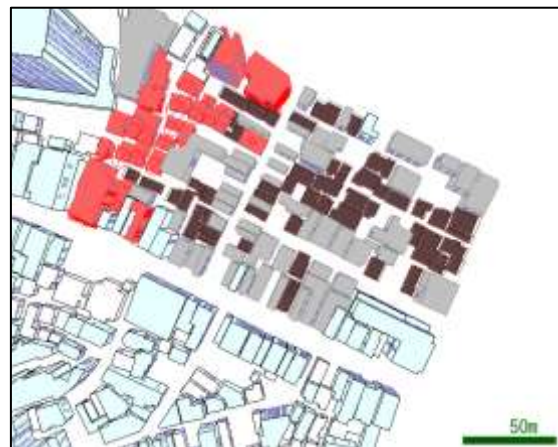
出火から 60 分後



出火から 90 分後



出火から 120 分後



出火から 249 分後、範囲内鎮火

図 4.2-9 シミュレーション結果：空地化棟数 10 棟

20 棟の空地化

範囲内の建物からランダムに 20 棟を削除してシミュレーションを行った。

今回のシミュレーションで、右図青枠の部分への延焼が防がれ、さらに本多横丁の通りを超えて延焼しなくなった。

出火から 60 分後の被害数は 24 棟、被害率は 33% であり、対象範囲の建物が鎮火したのは 291 分後であった。



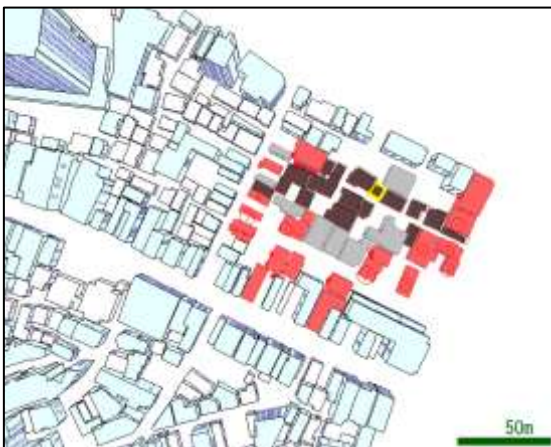
出火から 30 分後



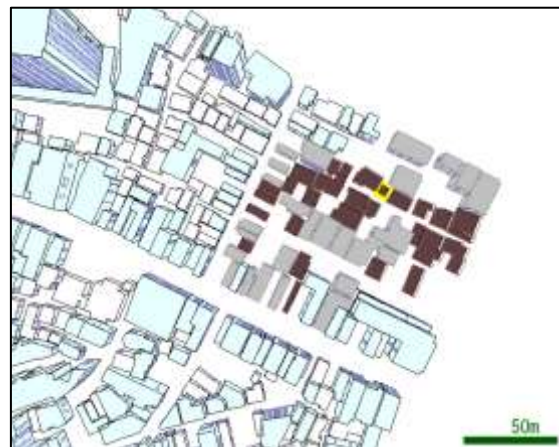
出火から 60 分後



出火から 90 分後



出火から 120 分後



出火から 291 分後、範囲内鎮火

図 4.2-10 シミュレーション結果：空地化棟数 20 棟

30 棟の空地化

範囲内の建物からランダムに 20 棟を削除してシミュレーションを行った。

範囲内の建物は約 1/3 となり、かなり大きなスペースが形成され、延焼に対して有効に働いている。

出火から 60 分後の被害数は 12 棟、被害率は 19% であり、対象範囲の建物が鎮火したのは 192 分後であった。



出火から 30 分後



出火から 60 分後



出火から 90 分後



出火から 120 分後



出火から 192 分後、範囲内鎮火

図 4.2-11 シミュレーション結果：空地化棟数 30 棟

4.2.4 塀

神楽坂は、神楽坂下から神楽坂上まで標高差約 12m の坂になっている。また、崖も多数ある。(図 4.2-12)



図 4.2-12 神楽坂の崖等の分布図

「新宿区地震ハザードマップ(平成26年7月改訂版)より」

4.2.1①若宮町 11-14 に存在する木造密集地域は、1.4 の消防活動困難地域の推測において、震災発生時には消防車が進入困難となり、ホースも届かない可能性のある地域と推測される(図 4.2-13)。



図 4.2-13 震災時の有効水利と消防活動困難区域の予測

(1) 若宮町の木造密集地域におけるシミュレーション

図 11 は図 4.2-13 の黒枠の範囲を拡大したものである。設定条件は、図 4.2-14 に示す建物を出火点、風向き：南南東、風速：6m/s としてシミュレーションを行った。その結果、建物 A から崖（3m）の上にある建物 B へ延焼していることが判った。

そこで、図 4.2-15 に示すように延焼を防ぐために塀を設置し、その高さを 0.1m ずつ上げていった場合、建物 B の着火時間がどのように変化するかを検証した。

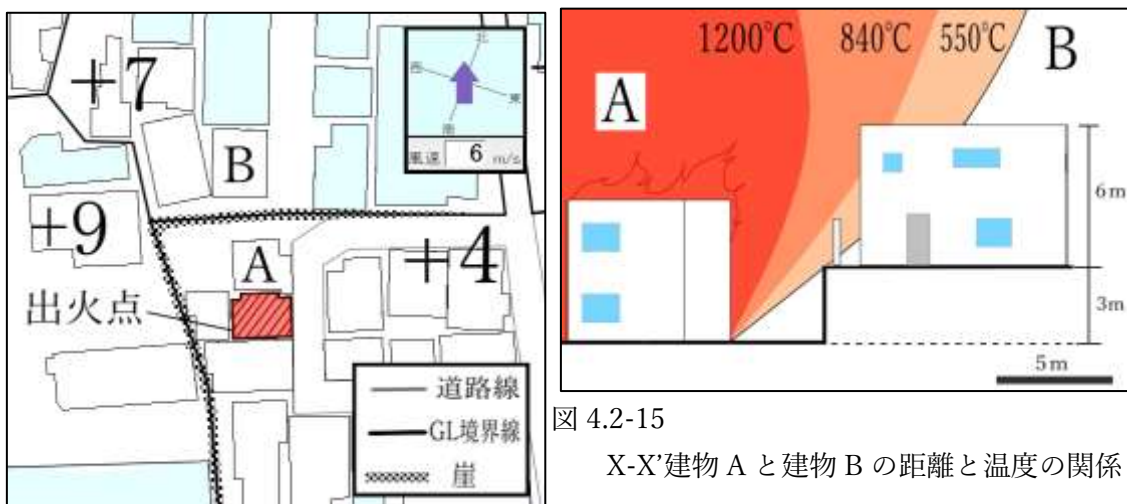


図 4.2-15

X-X'建物 A と建物 B の距離と温度の関係

図 4.2-14 若宮町 11~14 周辺の配置図



図 4.2-16 実際の建物 A と建物 B の写真

(2) シミュレーション結果

図 4.2-17 に示すように、塀を設置していない場合、建物 B は出火から 25 分後に着火する。

また、図 4.2-18 に示す塀 2.6m 以上のシミュレーションでは、塀の遮断効果を確認することができる。図 4.2-19 に示す塀 3.5m 以上のシミュレーションでは、建物 A から建物 B に直接着火しなくなることが判った。

ところが、塀の高さが 2.5m 以下のシミュレーションでは、建物 A から建物 B への着火時間が 1 分程度の違いしか現れなかったため、その原因を考察する。

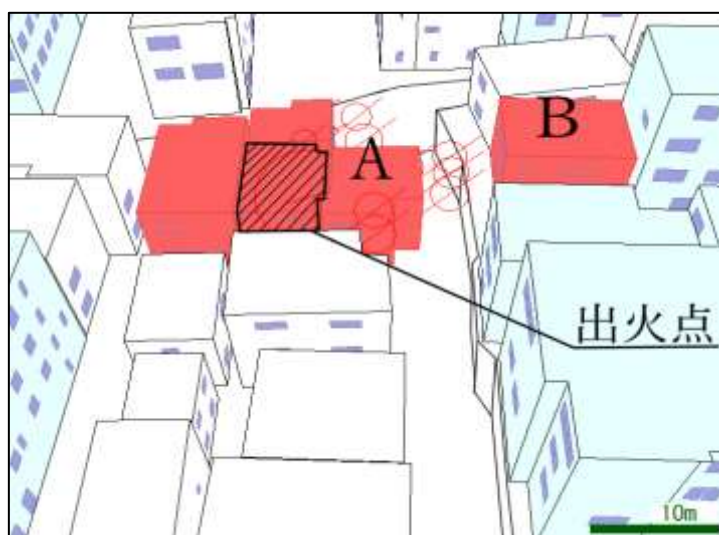


図 4.2-17 塀なし・出火から 25 分後

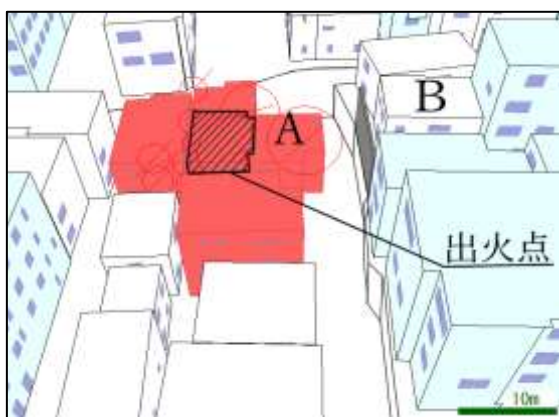


図 4.2-18 塀 2.6m、出火から 32 分後



図 4.2-19 塀 3.5m、出火から 72 分後

(3) 風速と塀の高さの関係

火炎軸の傾きが風速によって変わることを利用し (3.2.3(ii)、3.5 参照)、火炎軸の傾きと塀の熱遮断効果の関係性について検証を行っている (表 4.2-1)。

塀の高さが 2.5m 以下のシミュレーションにおける建物 B の着火時間は、風速が強いケースほど早い。しかし、塀が高くなると、風速の強いケースほど建物 A から建物 B に直接着火することはなくなり、回り込んだ延焼で着火する結果となった。塀高さ 4m においては建物 A から建物 B へ直接着火するケースは風速 2m/s と 3m/s の 2 つである。このことから、風速が早く、火炎軸が傾くほど、塀による遮断効果が発揮され易いことが判る。

しかし、4.2.4 (2) で着火時間の違いが少ない原因はこの検証では判らなかつた。

表 4.2-1 建物 B の着火時間 (塀高さ と 風速)

		風速 (m/s)						
		0	1	2	3	4	5	6
塀高さ	0	51	41	35	33	32	26	25
	0.1	51	41	35	33	32	26	25
	0.2	51	41	35	33	32	26	25
	0.3	51	41	35	33	32	26	25
	0.4	51	41	35	33	32	26	25
	0.5	51	41	35	33	32	26	25
	0.6	51	41	35	33	32	26	25
	0.7	51	41	35	33	32	26	25
	0.8	51	41	35	33	32	26	25
	0.9	51	41	35	33	32	26	25
	1	51	41	35	33	32	26	25
	1.1	51	41	35	33	32	30	26
	1.2	51	41	35	33	32	32	26
	1.3	51	41	35	33	33	32	26
	1.4	51	41	35	33	33	32	26
	1.5	51	41	35	34	33	32	26
	1.6	51	41	35	34	33	32	26
	1.7	51	41	35	34	33	32	26
	1.8	51	41	35	34	33	32	26
	1.9	51	41	35	34	33	32	26
	2	51	41	35	34	33	32	26
	2.1	51	41	35	34	33	32	26
	2.2	51	41	35	34	33	32	26
	2.3	51	41	35	34	33	32	26
	2.4	51	41	35	34	33	32	26
	2.5	51	41	35	34	33	32	26
	2.6	51	41	35	34	33	32	33
	2.7	51	41	35	34	33	33	34
	2.8	51	41	35	34	33	33	35
	2.9	51	41	35	34	33	33	35
	3	51	41	35	34	34	33	35
	3.1	51	41	35	34	34	33	35
	3.2	51	41	35	34	34	34	35
	3.3	51	41	35	34	34	34	37
	3.4	52	41	37	35	35	35	39
	3.5	112	44	41	43	83	82	83
	3.6	112	52	50	50	83	82	83
	3.7	112	107	50	51	83	82	83
	3.8	112	107	50	51	83	82	83
	3.9	112	107	50	51	83	82	83
4	112	106	50	51	83	82	83	

(4) 受熱量の測定

次は、詳細な検証を行う。これには計算結果として出力された火災性状データを利用する。設定条件は 4.2.4 (1) と同様である。

火災性状データには建物 B が熱を受けた時、熱を受けている壁面・開口部・着火判定点、温度上昇量、受熱流束、そして熱を受けている区画が記されている (3.2.4「計算結果の出力」より)。これを読み取ることで、建物 B がどの区画から、どの開口部を通じて延焼したのかが明らかとなる。

1 階開口部

図 4.2-20 は、建物 B の 1 階の開口部の受熱量を、塀の高さを変えて比較したグラフである。

区画は、温度上昇量が 300K を超えた時、つまり温度実数値が 320 度前後に達したとき着火する。(「320 度」は、「開口部を通じて内部の可燃物に着火する判定を行う際、可燃物は木材として、ガラスはすぐに割れない物として、それぞれ扱う」ことを理由とする。)

同じ時間、例えば経過時間 20 分で比較すると、塀の高さを上げていくことで温度上昇量が低くなっており、塀による放射熱の遮断効果が発揮されていることがグラフから読み取れる。

塀の高さが 2m 以上のシミュレーションでは、建物 B に直接着火することはない。

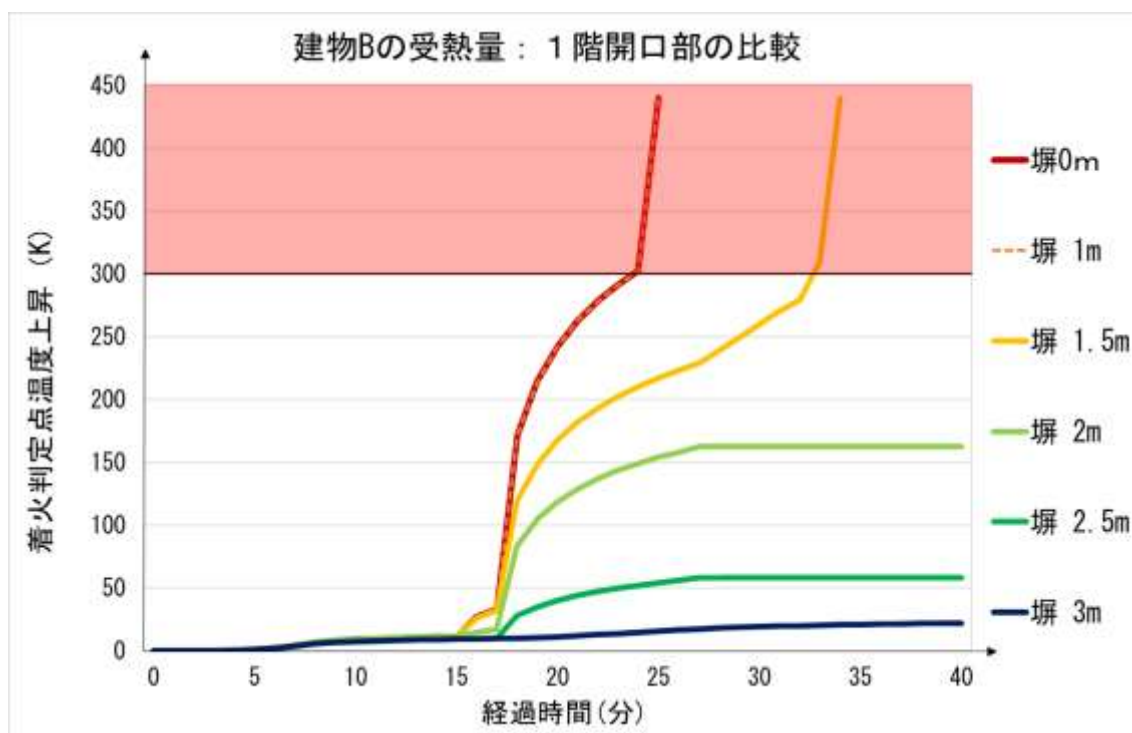


図 4.2-20 建物 B の受熱量：1 階開口部の比較

2 階開口部

図 4.2-21 は前頁同様に建物 B の 2 階の開口部の受熱量を、塀の高さを変えて比較したグラフである。

塀の高さが 2.5m 以下のシミュレーションでは、建物 B の 2 階開口部の温度上昇量が変っていないことがグラフから読み取れる。また、塀の高さを 2.6m 以上にすることで塀の遮断効果が発揮され、塀の高さが 3.3m 以上のシミュレーションでは建物 A から建物 B に直接着火することはない。

塀の高さが 2m 以上のシミュレーションにおいて、建物 B の 1 階開口部は着火温度に達しないことから、塀の高さが 2.5m までのシミュレーションにおける、建物 B の着火場所は 2 階開口部であることが判る。

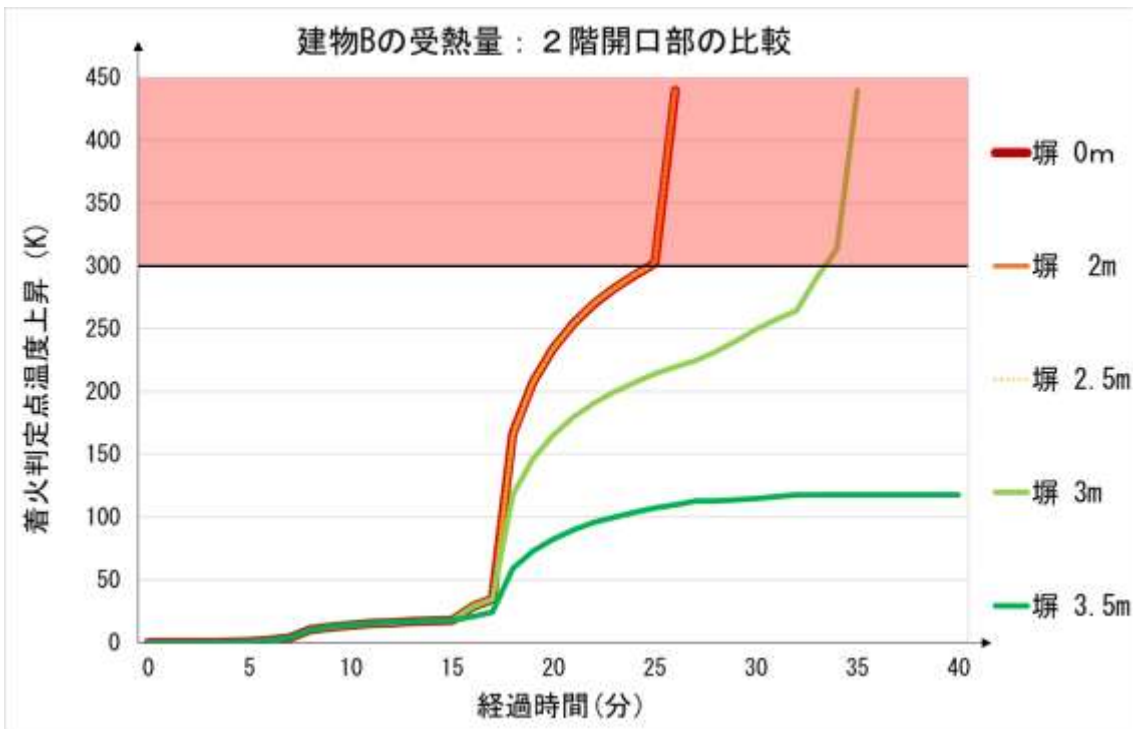


図 4.2-21 建物 B の受熱量：2 階開口部の比較

(5) 考察結果

図 4.2-22 は建物 B の 1 階の開口部と、2 階の開口部の受熱量を、塀がある状態（塀の高さ 3m）と無い状態で比較したグラフである。

塀なしの場合、1 階開口部が約 24 分頃に着火温度に、2 階開口部はその 1 分後に着火温度に達する。

塀高 3m の塀を建てた場合、1 階開口部は着火温度に至らないが（熱気流を含む熱によって 30K 弱温度上昇する。）、2 階開口部が約 33 分頃に着火する。

2 階開口部は塀高さ 2.5m まで着火時間は 25 分頃である。表 4.2-1 の風速 6m/s における塀高さ 1m と 1.1m のシミュレーション結果の間に、建物 B の着火時間に 1 分の差が認められるのは、着火点が 1 階開口部から 2 階開口部に移ったことが原因だと推測できる。

以上から、4.2.4 (2) 塀の高さが 2.5m 以下のシミュレーションにおいて、建物 B の着火時間が約 1 分しか変わらなかったことの原因を、「温度上昇量が 300K に達した着火判定点が 1 階開口部の範囲から 2 階開口部の範囲に移ったこと」によるものだと結論付ける。

このケースの条件下において、一般的な塀の高さ 2m 前後では建物自体の着火時間を遅らせることは難しいが、1 階の着火時間を遅らせることで避難時間や避難経路の確保に役立つものと考ええる。

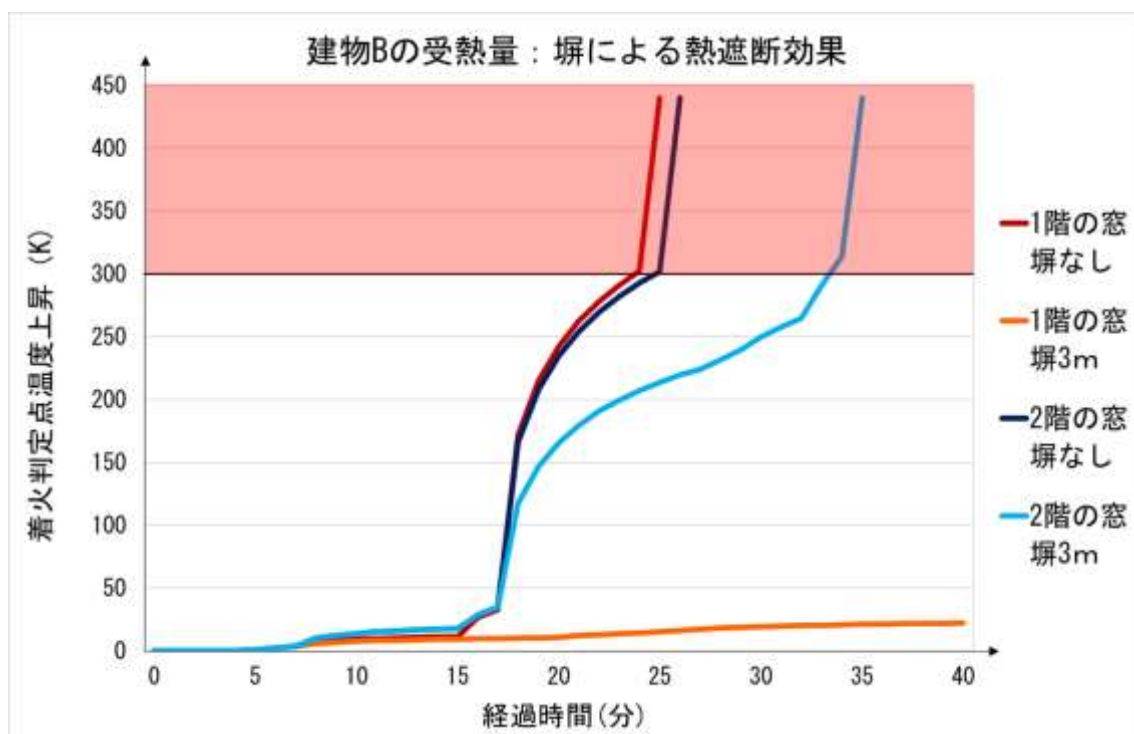


図 4.2-22 建物 B の 1F・2F 受熱量：塀による遮断効果の比較

第5章 住民との意見交換

5.1 住民との意見交換会について

本研究の目的は火災延焼シミュレーションソフトを使い、住民と一緒に防災について考え、防災意識向上を高めるというコミュニケーションツールの目的であり、実際に住民と話す機会をいただき意見を交わすことができた。

ご協力していただいたのは神楽坂文化振興倶楽部の方々に、その代表の方と事前に意見を聞き、住民と話すための準備をしてきた。

表 5.1-1 主な内容

7月	シミュレーションの説明
10月	神楽坂3丁目のシミュレーションの提示と一緒に神楽坂の調査
11月	文化振興倶楽部の人達の出し物の手伝い（親交を深める目的） 神楽坂毘沙門天でアンケート調査
12月	シミュレーションの進捗具合などの報告
1月	意見交換会

神楽坂毘沙門天でのアンケート調査では、多くの人が防災について興味があるものの、自分達の街の防災についてはほとんど知らなかった。また、5年前に東日本大震災が起こったこともあり、懐中電灯などの防災グッズを備えている人が多かったが、最近では防災に対する意識は薄れているとの回答もあった。

意見交換会について

1. 日時 平成29年1月30日
2. 場所 神楽坂 龍公亭
3. 意見交換会の目的
火災延焼シミュレーションを使ったディスカッションをすることにより、住民が神楽坂の危険性を認識し、住民の防災意識向上につなげることが目的
4. 内容
神楽坂文化振興倶楽部の方9人に対して神楽坂の防災について以下の3つの主要内容で発表した。
 - (1)大火について過去の事例を使って説明
 - (2)神楽坂の危険性や消防設備について
 - (3)火災シミュレーション体験

5.2 住民との意見交換会の考察

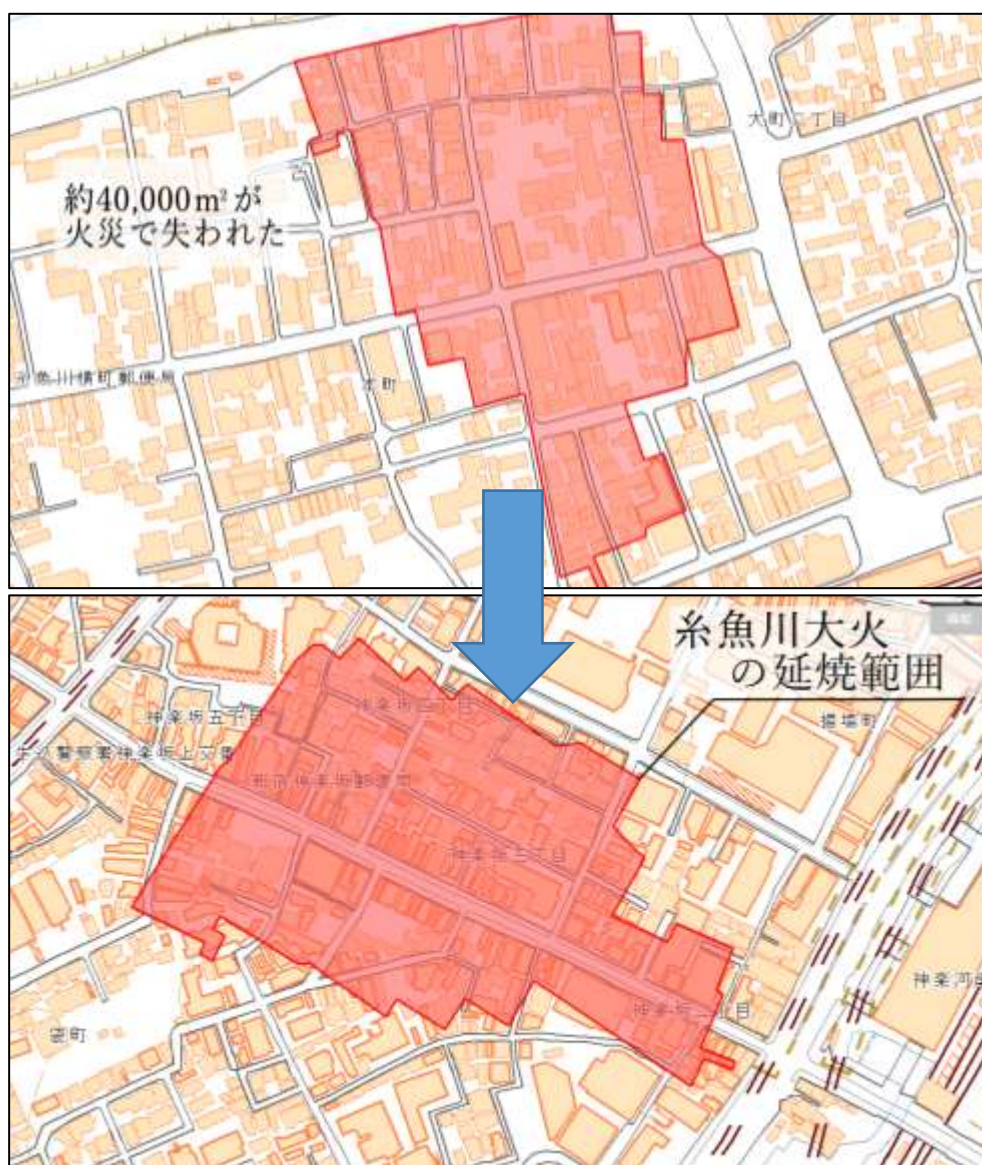


図 5.1-1 糸魚川の火災の範囲を神楽坂の地図に重ね合わせた図

意見交換会の約1ヶ月前（平成28年12月22日）には糸魚川で大規模な火災があり、住民たちは報道などで知っていたので関心が高かった。中でも糸魚川の延焼範囲を住民たちの住んでいる神楽坂で示すことは、大火災が危険なことを説明するのに有効であった。

新宿区は避難標識板を至るところに設置するなどして住民に伝わるようにしているが、神楽坂の広域避難場所をすぐに答えられる人はいなかった。

また神楽坂は消防署がすぐ近くにあるから大丈夫という声が聞こえてくるなど全体的に防災意識が低い。

火災シミュレーションは、住民に出火場所を決めてもらいシミュレーションを行うという方法で行った。出火場所は木造密集地域や自分のお店などが挙げられ、住民たちは危険な場所の認知はしていた。シミュレーションでは神楽坂の火災の危険度を視覚的にある程度実感してもらうことができた。また住民同士で危険な場所を共有と再度確認できたことは、良かった点である。

一方、住民は火災延焼を防ぐための明確な回答を欲していたようで、こちらからいい案を提案することはできなかった。例えば防火ガラスにすれば延焼しにくいことを示すには、シミュレーションで全ての建物の開口部を防火ガラスに変更して比較するなどして示す必要があった。

また交換会では開口部などの建築用語を使ってしまい、住民たちの理解に支障をきたしてしまったので、誰にでも伝わるような言葉で説明する必要がある。



図 5.2-1 意見交換会の様子

第 6 章 総括

研究成果

本研究の目的としては、住民とのコミュニケーションツールとして火災延焼シミュレーションを使用し、住民が結果を視覚的に見て、その地域の延焼範囲や特性などを把握することで地域住民の防災意識の改善を進めていくことを目的として分析を行った。

本研究で得られた成果をまとめる。

【火災延焼シミュレーション】

本来なら入れない標高をシミュレーションで再現することができた。

開口部の形状・位置を調査し、手入力することで再現性を高めることができた。

【住民とのコミュニケーション】

コミュニケーションツールとしてシミュレーションソフトを使うことで、火災延焼を視覚的に表現し住民との会話の幅を広げることができた。

今後の課題

まず、シミュレーションソフトについては、研究の過程で床高さをブロックごとで設定しているが、それは緩やかな傾斜に並ぶ建物に対して、良い処理方法ではなかった。より正確なものを求めるならば、各建物の床高さを調べ、それぞれ入力することが望ましい。

今回は、倉庫や駐車場の車などを省いてシミュレーションしたので、本来ならそれらの可燃物量を調べ考慮した方がより正確な結果を得られた。

住民との意見交換では建築用語などを使い、理解の妨げになってしまったのでわかりやすい言葉を使って、明確に説明することが大切である。また住民に対策をどうすればいいのかを聞かれた時に、対策を述べたが説明不足で、住民は納得してもらえなかった。また住民に初期消火を行った場合などの様々なケースのシミュレーションを求められたが、シミュレーションで再現できなかつたので準備しなかつたが、資料などを用意した方が良かった。

謝辞

本論文を進めるにあたり、多くのご指導・ご鞭撻を賜りました辻本誠先生、並びに西田幸夫先生には、心より感謝を申し上げます。

また、建築研究所の岩見達也様には、ソフト開発者として正確なご助言を頂いており、本当に救われました。神楽坂文化振興倶楽部の飯田公子様には、本研究の対象地域の選定の際に、住民としてご意見を賜り、飯田様をはじめとする同倶楽部の方々には、意見交換会という貴重な場を設けてくださいました。

研究に必要な不可欠なご厚意、誠にありがとうございました。

それから、良い環境で研究をすることができたことを、前川結宇理様をはじめ、研究室の皆様に深く感謝いたします。

最後になりますが、大学4年間の生活をサポートしてもらいました家族、研究を共にした小池悠豊氏にも、心から感謝申し上げます。

相山 明大

本研究を進めるにあたり、東京理科大学 辻本 誠教授には大変お世話になりました。研究を進めるうえで多くのご指導ご鞭撻賜りました。研究室では、人生において様々な大切なことを教えていただきました。また辻本先生のおかげで様々な人と交流をもつことができ、研究の幅が広がりました。心より感謝の意を表します。

西田 幸夫先生には関東大震災などの過去の都市火災の様子などを教えていただきました。また、研究中には熊本の地震や糸魚川の大火が発生し、その度に資料や情報を提供していただきました。厚く御礼申し上げます。

研究室の前川 結宇理様には、卒業研究を行うにあたり、スケジュールなどの管理や研究室で困っている時に助けていただきました。厚く御礼申し上げます。

神楽坂文化振興倶楽部の飯田様には意見交換会という貴重な機会を作ってください、誠に感謝します。

また建築研究所の岩見様には本研究で使用した火災延焼シミュレーションを提供していただき、また操作などを教えていただき大変お世話になりました。誠に感謝します。

ここには書き表せないほど多くの人に助けられ、本研究を無事に進められました。

この場を借りて皆様に深く御礼を申し上げます。

小池 悠豊

参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所プロジェクト
<http://www.nilim.go.jp/lab/jdg/result.htm> (2016年9月)
- 2) 国土地理院 基盤地図情報
<http://www.gsi.go.jp> (2016年10月1日)
- 3) 気象庁
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2016年12月現在)
- 4) 東京都都市整備局 地域危険度マップ
http://www.toshiseibi.metro.tokyo.jp/bosai/chousa_6/chiikikiken.htm
- 5) 「google map」
<https://www.google.co.jp/maps> (2016年10月現在)
- 6) 国土技術政策総合研究所
「まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発」報告書
- 7) 独立行政法人 建築研究所,市街地火災の延焼シミュレーション,
「BRI NEWS Vol.41 えびすとら」 p1~4,2008年4月発行
<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/epistura/pdf/41.pdf>
- 8) 総務省消防庁 「平成27年版 消防白書」,2015年12月発行
http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h27/h27/pdf/h27_all.pdf
- 9) 「市街地火災シミュレーションプログラム取扱説明書」
- 10) 「市街地火災シミュレーションプログラム補足説明書」

付録

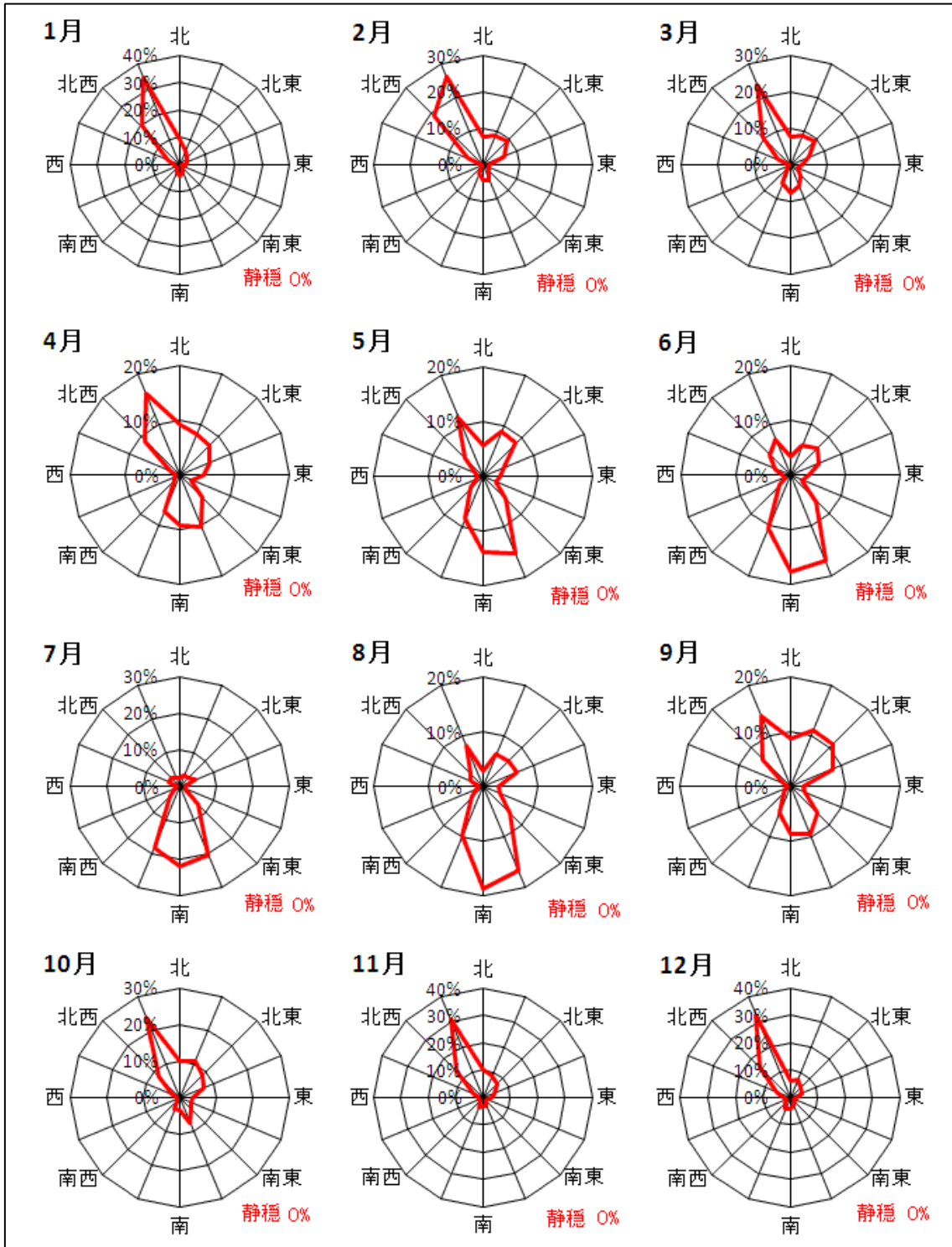
付録 1

新宿区		強風注意報		暴風警報	
		合計回数	合計時間	合計回数	合計時間
2016年	12月	7回	119時間		
	11月	3回	65時間		
	10月	2回	31時間		
	9月	3回	76時間		
	8月	4回	96時間	1回	13時間
	7月	2回	25時間		
	6月	4回	78時間		
	5月	6回	103時間		
	4月	10回	155時間		
	3月	4回	96時間		
	2月	7回	102時間		
	1月	3回	82時間		
2015年	12月	6回	106時間		
	11月	4回	69時間		
	10月	5回	112時間		
	9月	3回	35時間		
	8月	3回	28時間		
	7月	5回	130時間		
	6月	1回	10.7時間		
	5月	7回	96時間		
	4月	9回	156時間		
	3月	8回	115時間		
	2月	6回	116時間		
	1月	8回	153時間		

付録 2

新宿区		強風注意報		暴風警報	
		合計回数	合計時間	合計回数	合計時間
2014年	12月	10回	139時間		
	11月	3回	63時間		
	10月	6回	77時間	2回	23時間
	9月	1回	28時間		
	8月	3回	165時間		
	7月	2回	41時間		
	6月	1回	30.5時間		
	5月	10回	180時間		
	4月	5回	74時間		
	3月	8回	234時間		
	2月	8回	132時間		
	1月	8回	146時間		
2013年	12月	10回	150時間		
	11月	9回	136時間		
	10月	6回	123時間	1回	14.5時間
	9月	4回	59.5時間	1回	12.2時間
	8月	5回	98.5時間		
	7月	2回	101時間		
	6月	2回	32時間		
	5月	5回	122時間		
	4月	11回	257時間		
	3月	8回	233時間		
	2月	8回	144時間		
	1月	7回	72.5時間		

付録 3



付録 4

区画データファイル

項目名		型	区切文字	定義域・備考	
区画数		整数型	,	>0	
データバージョン		実数型	リターン	固定値 :2.00	
区画数分繰返す	区画ID	文字列型	,	※重複禁止	
	階数	整数型	,	>0[階]	
	床高さ	実数型	,	原点から下端までの高さ[m]	
	階高	実数型	,	一層あたりの高さ :>0[m]	
	構造	整数型	,	構造種別コード :1~5	
	木・非木種別	整数型	,	木・非木コード :0~1	
	地震被害	整数型	,	地震被害種別コード :0~4	
	用途	整数型	リターン	用途コード :1~22	
	隣接区画数	整数型	リターン	>=0	
	隣接区画数分繰返す	隣接区画ID	文字列型	,	同じ建物の隣接区画のID
		隔壁種別	整数型	リターン	隔壁種別コード :0~2
	頂点数	整数型	リターン	>2	
	頂点数分繰返す	座標X	実数型	,	[m]※反時計回り順で記述
		座標Y	実数型	,	
		(予備)	実数型	リターン	固定値 :0
	壁数	整数型	リターン	開口部情報のある壁数 :>=0	
壁数分繰返す	壁面番号	開口部数	整数型	リターン	壁内にある開口部数 :>=0
		開口種別	整数型	,	開口種別コード :0~2
	開口部数分繰返す	座標X1	実数型	,	区画外側から見たときの開口部の左下の座標[m]
		座標Y1	実数型	,	
		座標Z1	実数型	,	
		座標X2	実数型	,	
	座標Y2	実数型	,		
座標Z2	実数型	リターン			

樹木・塀柵データファイル

項目名		型	区切文字	定義域・備考	
樹木・塀柵数		整数型	,	>0	
データバージョン		実数型	リターン	固定値 :2.00	
樹木・塀柵数分繰返す	樹木・塀柵高さ	実数型	,	塀柵上端から下端までのz座標の差 :>0[m]	
	樹木・塀柵下端高さ	実数型	,	原点から下端までの高さ[m]	
	樹木・塀柵種別	整数型	,	樹木・塀柵コード :1, 11	
	樹木・塀柵透過率	実数型	,	0~1	
	樹木・塀柵頂点数	整数型	リターン	>2	
	頂点数分繰返す	座標x	実数型	,	[m]※反時計回り順で記述
		座標y	実数型	,	
	(予備)	実数型	リターン	固定値 :0	

付録5

火災性状データファイル

項目名		型	区切文字	定義域・備考		
計算時刻分繰返す	延焼時刻	整数型	,	0～シミュレーション時間[min]		
	(予備)	実数型	,	固定値:0		
	(予備)	実数型	リターン	固定値:0		
	区画数分繰返す	区画ID	文字列型	,		
		モード	整数型	,	modeコード :0～4	
		減衰期フラグ	整数型	,	減衰期コード :0, 1	
		総発熱量	実数型	,	>=0[kW]	
		出火要因	整数型	,	出火要因コード : -1～3	
		火炎噴出開口部数	整数型	,	>=0	
		着火判定点数	整数型	リターン	>=0	
		火炎噴出開口部数分繰返す(※)	壁面ID	整数型	,	開口部の所属する壁面番号 :0～当該区画頂点数 (mode2,mode3の場合は-1)
			開口部ID	整数型	,	開口部ID :0～当該壁面の開口部数-1 (mode2,mode3の場合は0)
			基点座標X	実数型	,	火炎軸基点座標[m]
			基点座標Y	実数型	,	
			基点座標Z	実数型	,	
			先端点座標X	実数型	,	火炎軸先端点座標[m]
		先端点座標Y	実数型	,		
	先端点座標Z	実数型	リターン			
	発熱量	実数型	リターン	該当火炎の発熱量[kW]		
	着火判定点数分繰返す(※)	壁面ID	整数型	,	0～区画頂点数-1	
開口部ID		整数型	,	0～当該壁面開口部数-1 (着火判定点が壁面の場合は-1)		
着火点ID		整数型	,	0～着火判定点数(※区画内で重複禁止)		
温度		実数型	,	>=0		
受熱量		実数型	,	>=0		
最大加害区画ID		文字列型	リターン	受けた最大熱量の加害側区画ID (受熱が無い場合は-1)		

着火判定点データファイル

項目名		型	区切文字	定義域・備考	
区画数分繰返す	区画ID	文字列型	,		
	着火判定点数	整数型	リターン	>=0	
	着火判定点数分繰返す	壁面ID	整数型	,	0～区画頂点数-1
		開口部ID	整数型	,	0～当該壁面開口部数-1
		着火点ID	整数型	,	0～着火判定点数(区画内で重複禁止)
		座標X	実数型	,	着火判定点座標[m]
		座標Y	実数型	,	
		座標Z	実数型	,	
		座標X	実数型	,	着火判定点を設置する元となった火炎の位置[m]
		座標Y	実数型	,	
	座標Z	実数型	,		
対象区画ID	文字列型	リターン			

付録 6

条件設定ファイル

項目名	型	デフォルト値	範囲
[MAIN]			
exeStep	整数型	1	0: 区画生成ツール; 1: 延焼シミュレーション
OutdataFlag	整数型	1	0: 簡易; 1: 標準; 2: 詳細
batFlag	整数型	0	0: 単一回の実行; >0: 連続計算実行回数
SubParaFileName1	文字列型	.\sub.ini	連続処理用条件設定ファイル名 (1回目)
SubParaFileName2	文字列型	.\sub.ini	連続処理用条件設定ファイル名 (2回目)
⋮			
SubParaFileName[n]	文字列型	sub.ini	連続処理用条件設定ファイル名 (n回目)
LogFile	文字列型	simfire.log	ログファイル名
[STEP0]			
DivHouseFile	文字列型	map/builds.dat	入力用建物データファイル名
DivRoomFile	文字列型	map/divrooms.dat	出力用区画データファイル名
divFlg	整数型	0	0: 分割しない; 1: 分割する
opFlg	整数型	0	0: 開口部自動生成しない; 1: 自動生成する
arealmit	整数型	10	$\geq 10[\text{m}^2]$
defaultAngle	整数型	200	$> 180, < 360[^\circ]$
defaultDist	整数型	3	$\geq 0[\text{m}]$
defaultAspect	実数型	1.5	> 1.42
areaMax	整数型	400	$> 0[\text{m}^2]$
opDist	実数型	3	$\geq 0[\text{m}]$
opRatio0m	実数型	0	$\geq 0, < 1$
opRatio1m	実数型	opRatio0mと同一	$\geq 0, < 1$
⋮			
opRatio[n]m	実数型	opRatio[n-1]mと同一	$\geq 0, < 1$
⋮			
opRatio10m	実数型	opRatio9mと同一	$\geq 0, < 1$
opKind1	整数型	0	開口部種別コード (構造種別コードが1の区画)
opKind2	整数型	0	開口部種別コード (構造種別コードが2の区画)
opKind3	整数型	0	開口部種別コード (構造種別コードが3の区画)
opKind4	整数型	0	開口部種別コード (構造種別コードが4の区画)
opKind5	整数型	0	開口部種別コード (構造種別コードが5の区画)
fireDoorDist	整数型	10	$0 \sim 12[\text{m}]$ (12の場合は全て防火ガラス)
[STEP1]			
Roomfile	文字列型	map/rooms.dat	区画データファイル名
Woodfile	文字列型	map/woods.dat	樹木データファイル名
Wallfile	文字列型	map/walls.dat	塀データファイル名
Outfile	文字列型	outdata/out.dat	火災性状データファイル名
Fpointfile	文字列型	outdata/pout.dat	着火判定点データファイル名
SimTime	整数型	60	$\geq 0[\text{min}]$
windAngle	文字列型	270	$\geq 0, < 360[^\circ]$
windSpeed	文字列型	0	$\geq 0[\text{m/sec}]$
fireRoomCnt	整数型	1	≥ 0
fireRoomID0	整数型	-9999	出火区画のID (1件目)
fireRoomTime0	整数型	0	$\geq 0[\text{sec}]$ (1件目)
fireRoomID1	整数型	-9999	出火区画のID (2件目)
fireRoomTime1	整数型	0	$\geq 0[\text{sec}]$ (2件目)
⋮			
fireRoomID[n]	整数型	-9999	出火区画のID (n+1件目)
fireRoomTime[n]	整数型	0	$\geq 0[\text{sec}]$ (n+1件目)