

延焼リスク低減のための地域防災力の 内発的向上方策に関する考察

A STUDY ON AN ACTIVATION OF RESIDENTS' SPONTANEOUS MOTIVATION
FOR REGIONAL FIRE SPREAD RISK REDUCTION

及川 康¹・Keerati SRIPRAMAI²・渡邊 寛³・片田 敏孝⁴

¹博士(工学) 群馬大学大学院講師 広域首都圏防災研究センター (E-mail:oikawa@gunma-u.ac.jp)

²M.Eng. 群馬大学大学院工学研究科 博士後期課程 (E-mail:kee999@hotmail.com)

³学士(工学) 株式会社アイ・ディー・エー 社会技術研究所 (E-mail:watanabe@ida-web.jp)

⁴工学博士 群馬大学大学院教授 広域首都圏防災研究センター (E-mail:katada@gunma-u.ac.jp)

家屋の火災危険性は、自宅の出火リスクと他の家屋からの延焼被災リスクとに大別できる。このうち、自宅出火リスクの低減には自身の心がけが根源的に重要となるが、延焼被災リスクの低減には周辺世帯の十分な心がけが伴い初めて達成されるものである。このような延焼被災リスクの特徴を十分に認識している個人ならば、自身のみならず周辺世帯の心がけを喚起するような働きかけを行う動機付けを持つはずである。本研究では、このような地域住民による内発的な働きかけ行動に着目し、それを介した延焼被災リスクへの心がけの伝播、すなわち「火災危険性低減のための地域防災力の内発的向上」のための方策について考察する。

キーワード：延焼リスク、地域防災力、延焼シミュレーション

1. はじめに

地域における火災危険性の低減のためには、各世帯の出火リスクの低減はもちろんのこと、万一の出火の際にも周辺世帯への延焼リスクを低減すべく、「覚知時間の短縮化」、「通報時間の短縮化」、「初期消火の円滑化」などが地域内で十分に達成されていることが望まれる。

しかし、消防体制が高度に進化した現在の日本国内においては、大規模震災発生直後などでない限り、常備消防および消防団による通常の消火活動によって火災は短時間で消し止められる場合が多く、一般住民の視点からは多数の家屋に延焼が拡大するような事態は希であると捉えられている可能性が考えられる。このように、従前に比して、周辺家屋から間接的に被る延焼被災リスクを直感的に意識する機会が少なくなっている現状は、すなわち「覚知時間の短縮化」、「通報時間の短縮化」、「初期消火の円滑化」などを高度に活性化するための具体的な行動 (Table 1 参照) が地域住民間で“内発的”に喚起されにくくなっている状況とも解釈することができよう。

このような基本認識のもと、本研究は、地域内の延焼被災リスク低減のための地域防災力が“内発的”に活性化されるための要件について考察を加えることを目的とするものである。ここで“内発的”とは、延焼被災リスク軽減行動が、地域外の第三者からの要請により半ば

強制的に喚起されるのではなく、あくまでも地域コミュニティ内の住民による自発的な「働きかけ」によって喚起されるような状況を指している。したがって、本研究では、この「周辺世帯の火災延焼軽減行動を喚起するような働きかけ」に着目して議論を進めることとする。

2. 分析フレーム

2.1. 地域防災力の内発的な活性化に関する基本フレームの想定

防災力の向上が“内発的”であることの重要性については、これまでも例えば片田¹⁾²⁾や内閣府³⁾や文部科学省⁴⁾などにより強調されており、また、より一般的に内発的動機付けの重要性については心理学的知見からも古くから指摘⁵⁾されている。すなわち、公助に限界があるので仕方が無く行う防災行動や、単に他者からの規制や統制などの外発的な動機付けのみを基とする行動の場合は、その行動は他律的あるいは他者依存的となりやすく、十分な公助が期待される場合や他者からの規制や統制が無い場合にはその行動自体も行われなくなってしまうことが懸念される。このような状況を回避し、防災行動がより安定的かつ持続的であるためには、その行動があくまでも「助かりたい」といった内発的動機付けに基づく

ことが根源的には重要であるという指摘である。このような個人を単位とした内発的な防災行動に対して、本研究で着目する「周辺世帯の火災延焼軽減行動を喚起するような働きかけ」は、それ自身は個人単位の行動であっても、その結果として火災延焼軽減行動が他者へと波及することにおいて、最終的には地域単位での防災力の内発的な向上へと繋がる可能性を持つ点が特徴的である。

もとより戸々の家屋の火災危険性は、主として「自宅の出火による被災（自宅出火リスク）」と「他の家屋の出火からの延焼被災（延焼被災リスク）」とに大別することができる。前者の自宅出火リスクの低減のためには自身の心がけが根源的に重要となるが、一方、後者の延焼被災リスクの低減は、本人の心がけによって達成される部分はむしろ限定的であり、周辺世帯の十分な心がけが伴ってはじめて達成されるものである。したがって、自宅出火リスクに対する自身の心がけを高めることのみならず、このような延焼被災リスクについて十分に意識している個人であるならば、周辺世帯の心がけを喚起するような働きかけを行う動機付けを持つはずである。このような働きかけを受けた周辺世帯においても同様な心がけが伝播し、このような個人が地域内に多数存在するようになるならば、それはすなわち「火災危険性低減のための地域防災力の内発的向上」と換言することもできよう。

本研究では、以上のような認識のもと、地域住民による「周辺世帯の心がけを喚起するような働きかけ（以降、“他人への働きかけ行動”と呼称）」に着目し、それを介した延焼被災リスク低減のための地域防災力の内発的な向上方策に関する考察を行うこととする¹⁾。なお、このような延焼リスク軽減のための“他人への働きかけ行動”が喚起されるための要件について具体的かつ実証的に検討された事例は、著者の知る限り見あたらない。本研究では、この点について既存研究の知見を踏まえたくて2つの検証仮説を掲げ、これについて検討を加えることとする。

2.2. 検証仮説

一般的に観て、“地域防災力の内発的向上”を達成すべく展開される種々の取り組みの中には、ともすると“他人への働きかけ行動”は利他的行動として位置づけられるものが多いように見受けられる。しかし、上述の通り、とりわけ火災危険性低減を目的とした地域防災力の内発的向上に際しては、“他人への働きかけ行動”の動機付けは利己的行動としても十分に説明が付く点が特徴的である²⁾。この点に関連して、たとえば青木ら^{6,7,8,9)}は、周辺世帯からの延焼被害という外部性に対して、個人Aの周辺世帯が実施する防災行動の費用（例えば不燃化改築費用など）の一部を個人Aが負担することにすら一定の合理性が認められることを指摘している。この知見に基

Table 1 地域住民による延焼被災リスク軽減のための行動

効果	行動内容の例
覚知時間の短縮化	住宅用火災警報器の設置
通報時間の短縮化	消防署への通報の迅速化
初期消火の円滑化	防火訓練参加による消火栓操作等の時間短縮

づくならば、演繹的に下記のような仮説を想定することは可能であろうと思われる。

仮説1: ましてや具体的金銭的費用負担を伴わない「他人への働きかけ行動」などの行為は容易に実施されるであろう。

ただし、青木らによる議論^{6,7,8,9)}では、少なくとも「延焼リスクの外部性の存在」および「周辺世帯の不燃化改築費用の一部を個人Aが負担することは、個人Aの延焼リスクの軽減に有効であるということ」という2点を個人Aは十分に理解していることが前提となっていることから明らかなように、本研究においても、下記のような事項が重要となろう。

仮説2: “他人への働きかけ行動”の動機付けを持つためには、「観点(a): 周辺世帯からの延焼被災リスクの存在」を十分に認識したうえで、さらに「観点(b): “他人への働きかけ行動”が延焼被災リスクの低減に一定の効果を持ち得ること」を認識していることが前提条件となろう

以上のような考え方のもと、本研究では、まず第3章において、上記(a)(b)の観点について火災延焼シミュレーション・モデルによるアウトプットを利用した表現を試みる。続く第4章では、“他人への働きかけ行動”の動機付けに関する一般的傾向を調査により把握することで仮説1に考察を加えるとともに、前章での延焼シミュレーションによるアウトプットを具体的に閲覧した場合における“他人への働きかけ行動”の動機付けの促進効果を観察することで仮説2に考察を加えることとする。

3. 火災延焼シミュレーションを利用した“他人への働きかけ行動”の効果の表現

火災延焼モデルに関しては、既に膨大な研究蓄積がある。例えば齋藤らの整理¹⁰⁾によると、「①延焼速度式（浜田式¹¹⁾、東消式^{12,13,14,15,16,17)}など」、「②物理的延焼モデル（国土交通省総合技術開発プロジェクト¹⁸⁾、樋本¹⁹⁾など」、「③シミュレーション（上記2つの実地域展開）」、「④指標導出型（不燃領域率²⁰⁾など」などに

Table 2 常備消防・消防団の消火活動のパラメータ

	常備消防のパラメータ	消防団のパラメータ
①出動準備	所要時間=120 秒	所要時間=300 秒
②出動→水利	最短経路を 40km/h で移動 (移動距離 x (km))	
③水利確保, ホース延長	水利確保の所要時間=40 秒 ホース延長の所要時間=7 秒 (1 本あたり) ホース接続必要本数= h 本 (1 本 20m, 最大 10 本)	
④放水	筒先 1 口=500 リットル/分 (ポンプ車 1 台あたり 2 口放水) (ポンプ車出動台数は対象地域の規定に依存)	
放水までの所要時間 (秒)	$T_f=120+x \cdot 3600/40 + \text{MAX}(40, 7 \cdot h)$	$T_d=300+x \cdot 3600/40 + \text{MAX}(40, 7 \cdot h)$

分類できるとしている。このうち、本研究のような一般住民への「(1)周辺世帯からの延焼被災リスクの存在」ならびに「(2) “他人への働きかけ行動” が延焼被災リスクの低減に一定の効果を持ち得ること」の理解促進を目的とする場合、①②のような純粋な延焼モデルのみではなく、③のような実地域展開を指向したシミュレーションであることが望ましい。また、そこにおいて、常備消防や消防団の消防活動による影響下にある実情の再現性のほか、本研究における考察の主眼であるところの“他人への働きかけ行動”によって周辺世帯に喚起されると期待される具体的な行動内容 (Table 1 参照) が表現し得るものとなっていることが重要となる。

以下では、本研究で構築する火災延焼シミュレーション・モデルについて、3.1 にて延焼モデルの概要、3.2 にて消火活動モデルの概要、3.3 にて“他人への働きかけ行動”によって周辺世帯に喚起されると期待される具体的な行動の表現、ならびに上記を踏まえたシミュレーションのアウトプットについて言及する。

3.1. 延焼モデルの概要

本研究では、延焼モデルの基本構造として、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」で開発されたモデルを援用することとする。詳細については文献 18)を参照されたいが、本研究に関わる部分で特徴的な点を挙げるならば、以下のようなものが挙げられる。

- ・延焼の物理的メカニズムを実験データに基づき詳細に反映していることから、建物間の延焼拡大やその対策効果を詳細に表現し得る。
- ・シミュレーションは「区画」という空間を単位として進行される。区画とは、建物内の耐火壁により区切られた様に燃焼する領域のことであり、この区画ごとの火災性状と区画間での熱移動の計算により、隣接区画への延焼可能性が算出される。
- ・「裸木造/防火造/耐火造」といった家屋構造の違いによる火災性状の違いが考慮される。
- ・建物毎の火災性状は、発熱速度 Q (kW) の時間的推

Table 3 地域住民の消火活動のパラメータ

	地域住民のパラメータ
①火災覚知, 通報	出火点の住民による覚知: 出火から t_p (秒) 周辺住民による覚知: 出火家屋におけるフラッシュオーバー発生時 (出火から t_f (秒)): 外部への火炎噴出により周辺住民も火炎を視認可能となるタイミング。なお、視認可能範囲は半径 20m とする。 通報=火災覚知から t_c 秒後
②最寄りの簡易型屋外消火栓に移動	火災を覚知した場所から、出火点に最も近い簡易型屋外消火栓へ移動する。移動速度は 2m/s。 (移動距離 y (km))
③簡易型屋外消火栓操作, 放水活動場所へ移動	簡易型屋外消火栓操作= t_o (秒) 放水活動場所: 簡易型屋外消火栓のホース長 (20m) の範囲の中で出火点へ最も近い地点で放水活動を行う。そこへの移動速度は 2m/s。(移動距離 z (km)) 導水範囲: 簡易型屋外消火栓の位置から半径 40m 以内の範囲
④放水	60 リットル/分 (筒先は 1 口のみ)
放水までの所要時間 (秒)	(出火点住民による覚知が最早の場合) $T_f=t_p+y \cdot 1000/2+t_o+z \cdot 1000/2$ $=t_p+t_o+500 \cdot (y+z)$ (周辺住民による覚知が最早の場合) $T_d=t_f+y \cdot 1000/2+t_o+z \cdot 1000/2$ $=t_f+t_o+500 \cdot (y+z)$

移との関連で考慮される。したがって、消火活動モデルを追加する場合には、放水タイミングの違いによる効果の差異なども考慮されることとなる。また、周辺住民の覚知タイミングを決定する際には、フラッシュオーバーのタイミング等を利用することが可能である。

3.2. 放水活動モデルの概要

前節の延焼モデルで表現されるものは放任火災のみである。ここでは、「(1)常備消防・消防団による消火活動」および「(2)住民による初期消火活動」の放水活動が火災性状へ及ぼす影響を表現するモデルを追加する。その基本構造としては、文献 20)に示す防災科学技術研究所による消火活動モデルを援用することとする。これは、延焼モデルにより時々刻々と推定される「焼損床面積に係数を掛けて算出される閾値」に「放水量の総量」が達した時点で鎮火の判定となるものである。ここで特徴的なのは、放水量の増加に伴って火災の進行が抑制される効果が考慮されている点であり、本稿のような消火活動効果の表現を意図とする場合には特に適していると考えられる。なお、放水量の増加により燃焼の勢いが抑制される基本的な関係構造のロジックには前掲の文献 20)を援用するものの、そこにおいて具体的にどの様な放水活動が展開されるのかについては、地域の実情に応じて新たに想定する必要がある。以下では、「(1)常備消防・消防

Table 4 地域住民の延焼被災リスク軽減行動による影響

	行動内容およびパラメータ設定
覚知時間	「住宅用火災警報器の設置」 (設置なし) 出火点の住民が $t_p=120$ 秒で覚知する。 (設置あり) 出火点の住民は $t_p=60$ 秒で覚知する。同時にその音声に気づいた周囲 20m の周辺世帯も $t_p=60$ 秒で覚知する。
通報時間	「消防署への通報の迅速化・遅延化」 $t=600$ 秒, $t=0$ 秒
初期消火の所要時間	「防火訓練参加等による初期消火 (簡易型屋外消火栓操作) の円滑化・遅延化」 $t_p=30$ 秒, 60 秒, 90 秒, 120 秒, ∞ 秒 (初期消火なし)

団による消火活動」および「(2)住民による初期消火活動」の放水活動の表現に際してのパラメータ設定について概説する。

(1) 常備消防・消防団による消火活動

常備消防および消防団のポンプ車による消火活動は、火災の第一発見者による通報を受けた時刻をスタート時点として、①出動準備、②詰所より出動して火災現場の最寄りの水利へ移動、③水利確保およびホース延長、④放水、というプロセスを経て放水開始に至るものとする。これら①～④の各段階に関する各種パラメータは、桐生市消防本部でのヒアリングに基づいて Table 2 のように設定した。ここにおいて、常備消防と地域住民などにより組織される消防団との消火活動の違いは、通報を受けてから出動準備に要する時間である①の差異のみとしており、その他の設定については消防隊と消防団ともに同一とした。したがって、②の移動距離を x (km) とした場合の常備消防および消防団の放水までの所要時間は Table 2 の最下行のようになる。

(2) 地域住民の活動

地域住民による消火活動の表現には、樋本ら²¹⁾の消火活動モデルを参照する。火災の成長の抑制につながり得る地域住民の行動内容としては、「覚知」、「通報」、「初期消火」の3種類が想定される。このうち、「初期消火」の段階において地域住民が使用する器具として、1人での操作が可能で初期の火災に対し十分な放水が行える「簡易型屋外消火栓」をここでは想定する。これらの行動は Table 1 に示した行動内容に対応するものとなっており、「①火災覚知、通報」、「②最寄りの簡易型屋外消火栓に移動」、「③簡易型屋外消火栓操作、ホース延長」、「④放水」というプロセスを経て放水開始に至るものとする。これら①～④の各段階に関する各種パラメータは、デフォルト値として Table 3 のように設定した。

ここにおいて、本研究の主眼であるところの“他人への働きかけ行動”によって周辺世帯に喚起されると期待される具体的な行動内容 (Table 1) については、Table 4

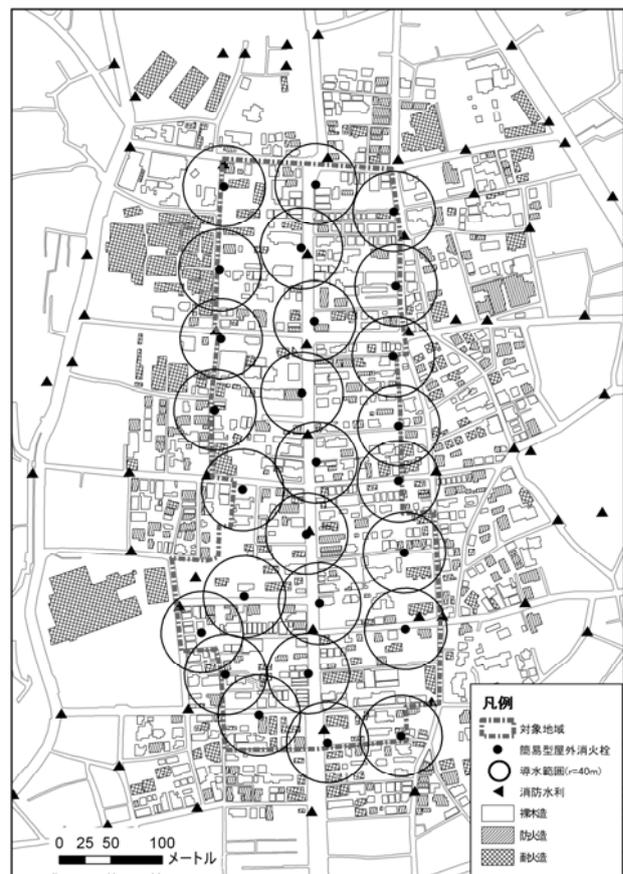


Fig.1 対象地域

Table 5 対象地域におけるポンプ車出動台数

区分		ポンプ車出動台数の規定
常備消防 (消防本部)	桐生消防署	2台
	東分署	2台
	南分署	1台
消防団	6分団	6台 (各分団から1台ずつ)

に示すようなかたちで表現されることとした。

3.3. 火災延焼シミュレーションによる“他人への働きかけ行動”の効果表現

前節までで火災延焼シミュレーション・モデルの基本構成について概説した。本節では、次章で“他人への働きかけ行動”の動機付けの促進効果を観察する際に調査対象者へ提示する具体の資料を作成する。

(1) シミュレーションの実地適用

火災延焼シミュレーションにおいては、対象となる地域内の家屋や道路の分布状況のみならず、建物構造区分、消防水利の分布、簡易型屋外消火栓の分布、地域住民の居住状況などの条件の違いは、そのまま延焼被災リスクの違いとなってシミュレーションのアウトプットに反映されることとなる。このことから、次章にて提示する対

Table 6 各シナリオの想定条件

想定 Case の比較組合せ一覧とその解釈					“他人への働きかけ行動”により喚起が期待される行動内容のリスト (Table1, Table 4 参照)			住宅用火災警報器の設置有無	消防署への通報時間の迅速化	防火訓練参加等による初期消火 (簡易型屋外消火栓操作) の円滑化
Fig.2	Case 1	警報機の設置は無いものの、消防は最大限機能するという、いわば現状再現に近い状況想定.	住民による初期消火は...	行われない	影響なし	無	$t_f=0$ 秒	初期消火なし		
	Case 2			かなりもたつく状況		無	$t_f=0$ 秒	$t_0=120$ 秒		
	Case 3			ややもたつく状況		無	$t_f=0$ 秒	$t_0=90$ 秒		
	Case 4			極めて迅速に行われる状況.		無	$t_f=0$ 秒	$t_0=30$ 秒		
Fig.3	Case 1	警報機の設置は無く、住民による初期消火も行われない状況.	消防活動は...	迅速な通報により迅速に行われる	影響あり	無	$t_f=0$ 秒	初期消火なし		
	Case 5			火災覚知 10 分後にやっと遅れて通報する状況		無	$t_f=600$ 秒	初期消火なし		
	Case 6			全く行われない、放任火災の状況想定		無	消防なし	初期消火なし		
Fig.4	Case 6	消防が機能しない状況	住民による初期消火は...	行われない	影響あり	無	消防なし	初期消火なし		
	Case 7			かなりもたつく状況		無	消防なし	$t_0=120$ 秒		
	Case 8			ややもたつく状況		無	消防なし	$t_0=90$ 秒		
	Case 9			極めて迅速に行われる状況.		無	消防なし	$t_0=30$ 秒		
Fig.5	Case 4	消防は最大限機能し、住民による初期消火も最大限機能する状況	住宅用火災警報器の設置...	なし	影響あり	無	$t_f=0$ 秒	$t_0=30$ 秒		
	Case 10			あり		有	$t_f=0$ 秒	$t_0=30$ 秒		

象者が臨場感を伴って閲覧できるよう、これらの条件に関する現地情報を可能な限り収集して火災延焼シミュレーション内に反映することが望ましいと考えられる。

そこで本研究では、Fig.1 に示すエリア (群馬県桐生市本町1丁目及び2丁目) をシミュレーション対象地域として定め、当該地域の町会の協力を得ながらこれらの情報を収集した。Fig.1 には、そこで収集された各情報を掲載してある。このうち、簡易型屋外消火栓については、現在のところ未設置であることから、当該地域住民を対象とした防災懇談会を開催し、そこにおいてあくまで今後の整備希望としての簡易型屋外消火栓の配置を参加者とともに話し合うというかたちで情報収集を行った。なお、対象地域での火災に対応する常備消防および消防団からのポンプ車の出動台数の規定は、Table 5 のようになっている。

(2) 延焼被災リスクの評価方法

前節で概説したように、火災延焼シミュレーション・モデルでは種々のシナリオ設定が可能となっているが、とりわけ出火点の設定如何によりアウトプットの様相が大きく異なるという基本的特徴を有するものである。

そこで本研究では、対象地域内のすべての区画 (3.1 参照) を出火点として順次設定したシミュレーションを全区画対象分実行し、そこにおける各区画の延焼率 p により延焼被災リスクを把握することとした。延焼率 p の定義は以下の通りである。

$$p = COUNT_{FIRE} / COUNT_{IN} \tag{1}$$

ここで、燃焼中の区画からの伝熱の影響範囲 (20m に設定) の中にその区画が入ったシミュレーション回数 ($COUNT_{IN}$) に対して、その区画が実際に延焼したシミュレーション回数 ($COUNT_{FIRE}$) が占める割合を延焼率 p としている。なお、ある区画の延焼率 p を算出する際には、その区画が出火点となるシミュレーション回はカウント回数から除外する。このことにより、算出された延焼率 p は、その区画が純粋に他の区画から受ける「延焼危険リスク」を表すこととなる。

対象地域における区画の数は 609 区画である。すなわち、1つの状況設定のもとでの延焼危険リスクの評価のためには 608 回 (=609-1) のシミュレーションの実施を要することとなる。なお、各回のシミュレーションでは、計算時間に特定の上限は設けておらず、対象エリア内に

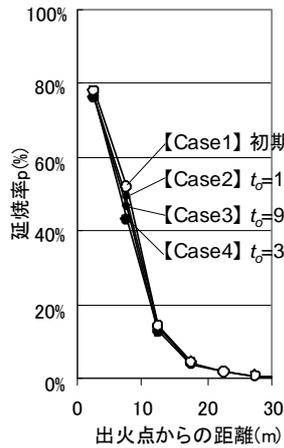


Fig.2 初期消火（簡易型屋外消火栓操作）の所要時間 t_0 の違いが延焼率 p に及ぼす影響

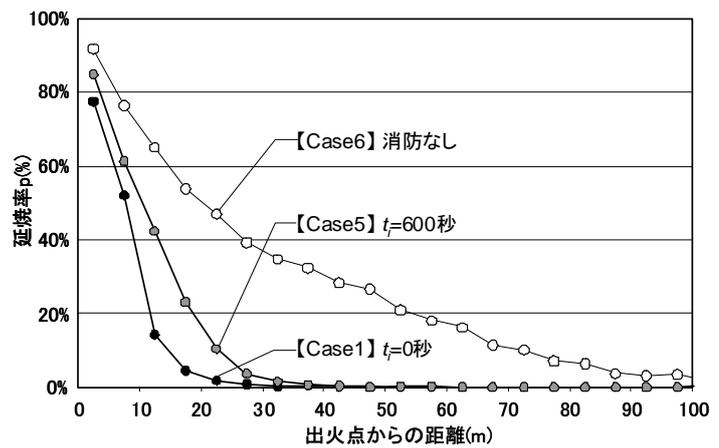


Fig.3 通報時間 t_i の違いが延焼率 p に及ぼす影響

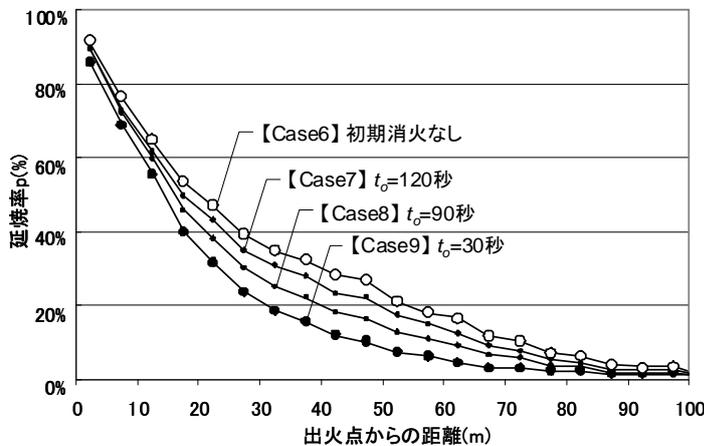


Fig.4 消防が機能しない状況下における初期消火（簡易型屋外消火栓操作）の所要時間 t_0 の違いが延焼率 p に及ぼす影響

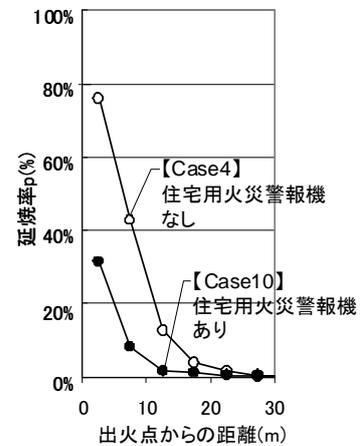


Fig.5 住宅用火災警報機の有無が延焼率 p に及ぼす影響

おける燃焼が全て終了するまでを計算時間としている。また、延焼シミュレーション結果は風速の設定如何によって異なるものであるが、本稿の趣旨は複数の想定 Case 間での相対比較であることから、ここでは全ての Case において一定（無風：0m/s）としている。

(3) “他人への働きかけ行動” の効果表現

以上までの準備を行ったもとの、ここでは、次章で“他人への働きかけ行動”の動機付けの促進効果を観察する際に調査対象者へ提示する具体的資料を作成する。なお、その一覧リストに、そこから読み取られる解釈を併記したものを Table 6 として示す。

a. 「観点 (a) : 周辺世帯からの延焼被災リスクの存在」の表現

Fig.2 は、出火点からの距離帯別に延焼率 p を示したものである。ここにおける想定条件は Table 6 に示す通りで

あり、「警報機の設置は無いものの、消防は最大限機能するという、いわば現状再現に近い状況想定」は Case1,2,3,4 に共通である。ここでの想定条件の差は、「住民による初期消火の有無およびその迅速さ」のみであるが、Fig.2 を観ても明らかのように、住民による初期消火が行われようといわれまいと、延焼率 p には何の影響も見受けられない様子が観てとれよう。

この理由としては、以下のようなものが考えられる。すなわち、「消防は最大限機能するという、いわば現状再現に近い状況想定」のもとでは、延焼リスクは既に相当なレベルまでに低減されており、この場に及んで「住民による初期消火」などは何ら効果を発揮しえない状況となっていることが考えられる。このような状況は、まさしく冒頭の第 1 章にて触れたように、「消防体制が高度に進展した現在の日本国内においては、大規模震災発生直後などではない限り、常備消防および消防団による通常の消火活動によって火災は短時間で消し止められる場合

が多く、一般住民の視点からは多数の家屋に延焼が拡大するような事態は希であると捉えられている可能性がある」という状況を表しているものと解釈でき、このような現状のなかで住民は「やってもやらなくても同じなら、やらないで置く」といった思考に落ちつく可能性が想定できよう。

さて、Fig.2 では、最大限機能する消防力の影響が多大であるとの考察であったので、Fig.3 においては、この消防力を弱めた（通報を遅らせた）状況想定、すなわち Case1 を基準とした「火災覚知 10 分後にやっと遅れて通報する状況（Case5）」および「全く行われぬ、放任火災の状況想定（Case6）」の対比関係を観ることとする。これによると、消防力の弱体化（通報の遅延化）は明らかに延焼率の大幅な上昇となって地域に顕在化する様子を見て取ることができ、地域の潜在的な延焼被災リスクの存在を確認することができよう。逆に言えば、如何に現状の社会が高度な消防力によって守られているのか、そして早期の通報が如何に重要なのかを、如実に表している結果とも捉えることができよう。

b. 「観点 (b) : “他人への働きかけ行動” が延焼被災リスクの低減に一定の効果を持ち得ること」の表現

一方、最大限の消防力に守られた状況下ではその延焼率に及ぼす効果が全く見受けられなかった「住民による初期消火」について、Fig.3 で観たような「消防力が全く機能しない状況想定下」において同様に確認してみることとする (Fig.4)。これによると、全体として出火点から遠く離れた位置においても延焼率は相当に高いものとなつてはいるものの、その中で、より迅速な住民の初期消火による延焼率の低減効果を確認することができる。

ここで、Fig.2 と Fig.4 とを対比して観てみるならば、最大限の消防力に守られた現在の社会 (Fig.2) においては、例えば Fig.4 などの提示により「地域住民の手による迅速な初期消火の有効性」、「初期消火の迅速性を向上させるための消防訓練等への参加の有用性」といった点を改めて認識することは有用であるように思われる。

次に、出火点における住宅用火災警報器の設置により、周辺世帯への延焼被災リスクがどの程度変化し得るのかについて Fig.5 において見てみる。これによると、出火点から 20m 以内の範囲において延焼リスクが大幅に下がっている様子を確認することができる。すなわち、住宅用火災警報器の設置は、一般的には自宅からの出火の際の逃げ遅れ回避などの利己的な利益が第一義的に強調されるところではあるが、それと同時に自身や周辺住民の火災覚知時間の短縮化によって、結果として周辺家屋の延焼リスクの低減にも繋がる可能性を示唆するものと解釈できる。

以上より、周辺世帯へ「防火訓練参加による初期消火

Table 7 仮説検証のための実証実験の実施概要

実施日	2010.7.13, 2010.7.20 の 2 日間
実施対象	群馬大学工学部学生 190 名
実施方法	①講義冒頭 10 分間で質問紙（事前調査）を配布。 記入後に回収 ②第 3 章で検証した資料提示を含む講義を実施 ③講義末尾 10 分間で質問紙（事後調査）を配布。 記入後に回収

の円滑化（消火栓操作等の時間短縮）」や「消防署への通報の迅速化」や「住宅用火災警報器の設置」を勧めたり働きかけたりするなどの“他人への働きかけ行動”は、自身にとっても大きなメリットを生じさせる可能性が大きいということが、一連の図により表現されていると言えよう。

4. “他人への働きかけ行動”の一般的傾向の把握とその促進

以上までで、「観点(a)：周辺世帯からの延焼被災リスクの存在」ならびに「観点(b)：“他人への働きかけ行動”が延焼被災リスクの低減に一定の効果を持ち得ること」に関して、火災延焼シミュレーション・モデルによるアウトプットを利用した表現の可能性について確認された。そこで、ここでは“他人への働きかけ行動”の動機付けに関する一般的傾向を調査により把握することで仮説 1 に考察を加えるとともに、前章での火災延焼シミュレーションによるアウトプットを具体的に閲覧した場合における“他人への働きかけ行動”の動機付けの促進効果を観察することで仮説 2 に考察を加えることとする。

4.1. 仮説検証のための実験条件

検証実験は Table7 に示す実施概要にて行った。手順は以下の通りである。

まず、講義冒頭にて担当教員から何の解説も加えない状況下（すなわち原初状態）における「事前調査」を実施した。この検証作業に主として関係する設問内容は、「(Q1)隣近所の人々に、火災危険性の低減のための心がけをするよう働きかけたいと思うか否か（以降では“他人への働きかけ行動意向”と呼称）」と、その比較対象として「(Q2)自分自身が、火災危険性の低減のために心がけたいと思うか否か（以降では“自身の心がけ行動意向”と呼称）」の 2 問である。約 10 分程度の解答記述時間を設けた。

その後、約 70 分程度の講義を行う。ここでの講義内容は、前章にて作成した Fig2~Fig.5 に関する内容を含む火災に関するトピックである。したがって、“他人への働き

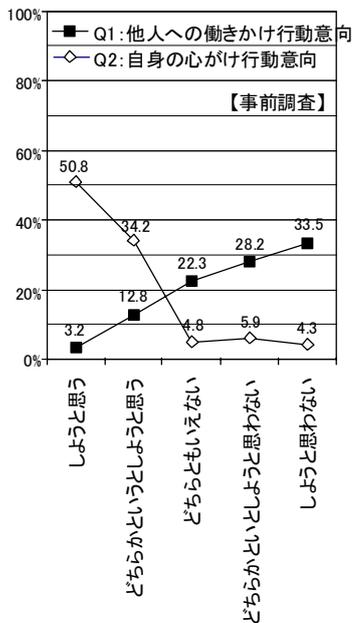


Fig.6 事前調査の回答分布

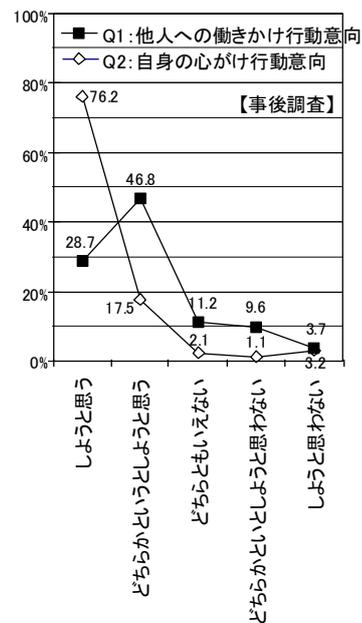


Fig.7 事後調査の回答分布

かけ行動”の動機付けが喚起されると想定された「観点(a): 周辺世帯からの延焼被災リスクの存在」および「観点(b): “他人への働きかけ行動”が延焼被災リスクの低減に一定の効果を持ち得ること」に関する内容は明確に含み持つ講義となっている。

講義末尾の約10分間で、上記の刺激を受けた状態での「事後調査」を実施した。調査内容は事前調査の設問内容と全く同一である。

ここでの関心事項は、Q1 および Q2 の事前調査と事後調査との間における変化の動向にある。

4.2. 実験結果

(1) 仮説1に関する検証

Fig.6は事前調査の結果を示したものである。これを観ると、「Q2: 自身の心がけ行動意向」に関しては「しようと思う」側の回答が全体の85.0%を占めるに至っている一方、「Q1: 他人への働きかけ行動意向」に関してはその逆で、多くの回答者は「しようと思わない」側の意向を示していることが明瞭である。

すなわち、2.2にて提示した『仮説1: ましてや具体的な金銭的費用負担を伴わない“他人への働きかけ行動”などの行為は容易に実施されるであろう』については、明らかに支持されない結果となった。

(2) 仮説2に関する検証

一方、Fig.7は事後調査の結果を示したものである。これによると、「Q1: 他人への働きかけ行動意向」に関して、Fig.6にて観察された傾向とは相反するかたちで、「しようと思う・どちらかというと思う」という回答が

75.5%を占めるに至っており、大幅な増加となっている。

すなわち、この結果は、事前調査と事後調査との間に行われた「観点(a)」および「観点(b)」に関する情報提示の刺激を受けたうえでのものであることは明確であることから、2.2で示した『仮説2: “他人への働きかけ行動”の動機付けを持つためには、「観点(a): 周辺世帯からの延焼被災リスクの存在」を十分に認識したうえで、さらに「観点(b): “他人への働きかけ行動”が延焼被災リスクの低減に一定の効果を持ち得ること」を認識していることが前提条件となろう』を支持するものと解釈することができようⁱⁱⁱ⁾。

なお、ここでは、“Q2: 自身の心がけ行動意向”に関しても、事前調査に比べて「しようと思う」側の回答比率が増加している点も興味深い。また、ここでの単発的な情報提供によって生じた種々の変化が短期的なものなのか、あるいは長期的にも持続可能なものなのかについてはここでは検証が不可能なため、今後の追跡的な検証は重要であると考えられる。

5. おわりに

本研究では、地域内の延焼被災リスク低減のための地域防災力が“内発的”に活性化されるための要件について、いくつかの考察を行った。ここでの“内発的”とは、延焼被災リスク軽減行動が、あくまでも地域コミュニティ内の住民による自発的な「働きかけ」によって喚起されるような状況が重要との認識のもと、「周辺世帯の火災延焼軽減行動を喚起するような働きかけ行動」に着目して検証を行った。

その結果、周辺世帯からの延焼被災リスクの存在を十分に認識している個人であるならば、「周辺世帯の心がけを喚起するような働きかけ行動」の動機付けをもつ傾向にあることが確認された。とりわけ、このような行動は、利他的行動としてではなく、利己的な動機付けによっても十分に説明がつく可能性が示された点は興味深いところである。

しかし一方で、そのような“他人への働きかけ行動”の動機付けをもつような人は必ずしも多数派ではない現状も示された。とりわけ、高度に進化した消防体制に守られた日本国内の現状においては、その傾向は顕著なものになることが想定される。これに対して、その動機付けを喚起するためのコンテンツを本稿では作成し、本稿での調査対象者に対しては一定の有用性を確認することができた。無論、本稿での調査は大学生サンプルを用いたものであることから、この調査結果の数字自体に一般住民の代表性をもって解釈を与えることは適切ではない。今後においては、このようなコンテンツの有用性を一般住民に対しても検証する作業が課題として挙げられる。

なお、このコンテンツ作成の過程で構築した延焼シミュレーション・モデルは、その各パーツの基本構造は既存研究によるところが多くを占めており、モデル構造自体の新規性は認めにくい。しかし、その活用・運用方策に関して、既存研究のほとんどが「大規模震災時における複数火災発生」を想定したもとの実施される諸活動の評価に主眼が置かれるのに対して、本研究ではむしろ、日常火災における常備消防・消防団・地域住民による諸活動の活性化を目的としている点において特徴的であると考えている。すなわち、本研究において得られた知見の社会技術としての意義は、たとえ既存技術の延焼シミュレーション・モデルの援用の範疇であったとしても、その援用の仕方の工夫次第では、平時における他人への働きかけ行動を喚起し、延焼リスク軽減のための地域防災力の内発的向上に寄与し得る可能性を示すことが出来たという点にあると考えている。

参考文献

- 1) 片田敏孝(2009)「災害に対する内発的自助行動を形成するための社会技術」『第6回社会技術研究シンポジウム：基調講演発表関連資料』
http://shakai-gijutsu.org/docs/Sympo2009/Sympo2009_Katada.pdf [2011, January 17].
- 2) 片田敏孝, 金井昌信 (2010)「土砂災害を対象とした住民主導型避難体制の確立のためのコミュニケーション・デザイン」『土木技術者実践論文集』Vol.1, 106-121.
- 3) 内閣府中央防災会議(2004)『民間と市場の力を活かした防災戦略の基本的提言』.
- 4) 文部科学省(2007)『防災教育支援に関する懇談会 中間とりまとめー「生きる力」を育む防災教育を支援するー』.
- 5) Deci, E. L. (1975), *Intrinsic Motivation*, Plenum Press. (安藤延男, 石田梅男 訳(1980)『内発的動機づけ』, 誠心書房).
- 6) 岩見利勝, 青木義次(1980)「不燃化投資に関する基礎的考察ー野中の二軒屋モデル (その1) および (その2)」『昭和55年度日本建築学会関東支部研究報告集』, 385-392.
- 7) 岩見利勝, 青木義次(1984)「大都市居住者の安全性評価と安全のための行動」『都市計画学会学術研究論文集』Vol.19, 361-366.
- 8) 青木義次(2009)「市街地不燃化の基礎的行動モデル(1)」, http://www.aokilab.arch.titech.ac.jp/lab/y_notes/notes/85_ynote.pdf, [2010, September 10].
- 9) 青木義次(2009)「野中のn軒屋モデル」
http://www.aokilab.arch.titech.ac.jp/lab/y_notes/notes/87_ynote.pdf, [2010, September 10].
- 10) 齋藤正俊, 熊谷良雄, 糸井川栄一(2006)「簡易的火災延焼リスク算定のための基本モデルの構築と市街地集計データを用いたリスク概算の試み」『日本建築学会計画系論文集』第604号, 115-122.
- 11) 日本火災学会 (1997)「火災便覧第3版」共立出版.
- 12) 東京消防庁 (1985)「地震時における市街地大火の延焼性状の解明と対策」.
- 13) 糸井川栄一・塚越功 (1988)「飛火を考慮した市街地火災の確率的延焼モデル」『都市計画論文集』No.23, 469-474, 1988.
- 14) 糸井川栄一・塚越功 (1989)「市街地火災の延焼速度予測に関する研究」『都市計画論文集』No.24, 79-84.
- 15) 東京消防庁 (1997)「直下の地震を踏まえた出火要因及び延焼性状の解明と対策」.
- 16) 東京消防庁 (2001)「地震火災に関する地域の防災性能評価手法の開発と活用方策」.
- 17) 国土交通省 (2003)「まちづくりにおける防災評価・対策技術の開発 (防災まちづくり総プロ) 報告書」.
- 18) 建設省 (1982)「総合技術開発プロジェクト「都市防火対策手法の開発」報告書」.
- 19) 樋本圭祐 (2005)「都市火災の物理的延焼性状予測モデルの開発」『京都大学学位論文』.
- 20) 文部科学省, 独立行政法人防災科学技術研究所 (2008)「III-1 震災総合シミュレーションシステムの開発」『大都市大震災軽減化特別プロジェクト 平成18年度成果報告書』, 453-482.
- 21) 樋本圭祐, 幾代健司, 秋元康男他 (2006)「放水の物理的火災抑制効果に着目した地域住民の消火活動モデル」『日本火災学会論文集』Vol.56, No.3, 53-63.

謝辞

本研究の遂行にあたり、本町1・2丁目町会、桐生市、桐生市消防本部の皆様にご多大なるご協力を得た。ここに謝意を表す。

i) 心理学分野等での「内発的動機付け」の一般的な定義では、それが「内発的か外発的か」の境界は、その動機付けが行為者個人の内部（個人的な嗜好や好奇心、または仕事のやりがいなど）にあるのか否かに置かれる。このような“個人”を単位として捉える観点からは、本稿における「他者からの働きかけにより喚起された個々の行為」は外発的動機付けの性格がむしろ強い。一方、本研究で着目する「地域防災力の内発的向上」における「内発的か外発的か」を区分する境界は、その動機付けが地域内に内在するのか地域外に存在するのかに置かれている。したがって、本稿で言及する「地域防災力の内発的向上」は、「（個人単位で捉える場合の）外発的な動機付け”が地域の中に内在しているような状況」と換言する

こともできる。

- ii) このような特徴を有する火災以外の事例のひとつに、耐震化対策行動が挙げられよう。すなわち、自宅の地震被災の危険性は、主として「自宅が単独で崩壊することによる危険性」と「周辺家屋の倒壊により自宅が被災する危険性」とに分けることができる。ここで、後者の危険性を低減しようとする利己的な動機を強く持つほどに、周辺世帯に耐震化を行うように働きかける動機付けを持つはずである。このようなロジックは本研究で着目した火災におけるものと同様である。しかし、例えば河川洪水や土砂災害などにおいては、このようなロジックを利用した地域防災力の内発的向上を期待することは難しいと考えられる。
- iii) ここで確認されたことは、「観点(a)と観点(b)の両方」を提示した場合には少なくとも「他人への働きかけ行動意向の向上」が観測されたという事実である。ここにおいて「観点(a)のみ」を提示した場合や「観点(b)のみ」を提示した場合の変化については把握されておらず、この点については今後の検討課題である。

A STUDY ON AN ACTIVATION OF RESIDENTS' SPONTANEOUS MOTIVATION FOR REGIONAL FIRE SPREAD RISK REDUCTION

Yasushi OIKAWA¹, Keerati SRIPRAMAI², Hiroshi WATANABE³ and Toshitaka KATADA⁴

¹D.Eng., Associate Professor, Research Center for Disaster Prevention in the Extend Tokyo Metropolitan Area, Graduate School of Engineering, Gunma University (E-mail:oikawa@gunma-u.ac.jp)

²M.Eng, Doctoral Student, Graduate School of Engineering, Gunma University, (E-mail:kee999@hotmail.com)

³B.Eng., Institute of Social Technology, I.D.A Co. Ltd. (E-mail:watanabe@ida-web.jp)

⁴D.Eng., Professor, Research Center for Disaster Prevention in the Extend Tokyo Metropolitan Area, Graduate School of Engineering, Gunma University (E-mail:katada@gunma-u.ac.jp)

It is thought that there are two types of fire risks. The one is the causing fire risk by oneself, and another is the suffering fire risk from neighbors. Against the former, it is important basically for oneself to be prepared for fire. And against the latter, it is important additionally for neighbors to be prepared for fire. Such characteristics of the suffering fire risk from neighbors are able to be referred to as externality. It is considered that the one who understood such characteristics of externality will have motivation to call one's and neighbors' attention. In this paper, we verify that the activation of residents' spontaneous motivation for regional fire spreading risk reduction.

Key Words: fire spreading risk, regional disaster prevention activity, fire spreading simulation model