

A I を用いた火災発生リスクの可視化に関する研究

白石知久* 森田寛之* 大場稜也** 北村直樹**
吉田健二** 井原靖朗** 小林純*** 庭山優***

Research on Visualization of Fire Occurrence Risk Using AI

SHIRAISHI Tomohisa*, MORITA Hiroyuki*, OBA Ryouya**, KITAMURA Naoki**
YOSHIDA Kenji**, IHARA Yasuaki**, KOBAYASHI Jyun***, NIWAYAMA Yu***

抄録

さいたま市消防局で蓄積している過去10年にわたる火災事例データの提供を受け、分析をおこなった。まず、火災事例データから火災の発生において大きな要因となりうる項目の選定をおこなった。その結果、人間の関わりが大きい項目が火災発生に多大な影響を与えていることがわかった。そこで火災事例データとさいたま市内の町丁目ごとの年齢構成など人口情報を中心に、天候情報などを整理して組み合わせ、火災発生危険度を予測する学習モデルを開発した。さらに、この学習モデルを用いて、火災発生危険度の予測を行い、予測結果をヒートマップによる表示を試みた。

キーワード：ヒートマップ，学習モデル，可視化，火災事例データ

1 はじめに

さいたま市内では年間300件ほどの火災が発生している。さいたま市消防局では、さいたま市内で発生した火災について、発生場所、着火物、時間帯、居住者年齢層等様々なデータを過去10年以上にわたって蓄積してきた。

これまで、これらの火災事例データは、原因別件数や地域別発生件数等の算出に活用されてきたが、これらのデータを用いて火災の発生予測をおこなったことはなかった。消防職員はこれまでの経験から、火災発生の条件や要因等について、一定の傾向があることは認識しており、現状ではこの経験に基づいて火災予防を全市的に呼びかけている。

本研究ではこれまで蓄積されてきた過去の火災発生事例データを解析し、季節・天候などの自然条件も加味したうえで火災発生リスクを予測し、可視化を目指す。この可視化された結果を用いることにより、消防車両・消防職員等限られたリソースを効率的に配置することが可能となり、火災予防の呼びかけにおける効果向上も期待できる。その結果として、市民の生命・身体・財産の保護につながるものと期待するものである。

2 実験方法

2.1 火災事例データの分析・整理

使用する過去10年分の火災事例データについて、どのような目的で火災の予知・予測に利用していくかにより、導き出す結果が変わるため、データ項目の分類整理をおこなった。まずは火災事例データの111項目の中で火災の要因に関連する項目として「経過」「出火原因」に着目する

* 電気・電子技術・戦略プロジェクト担当

** 東日本電信電話株式会社

*** さいたま市消防局

こととした。分類整理結果を図1に示す。

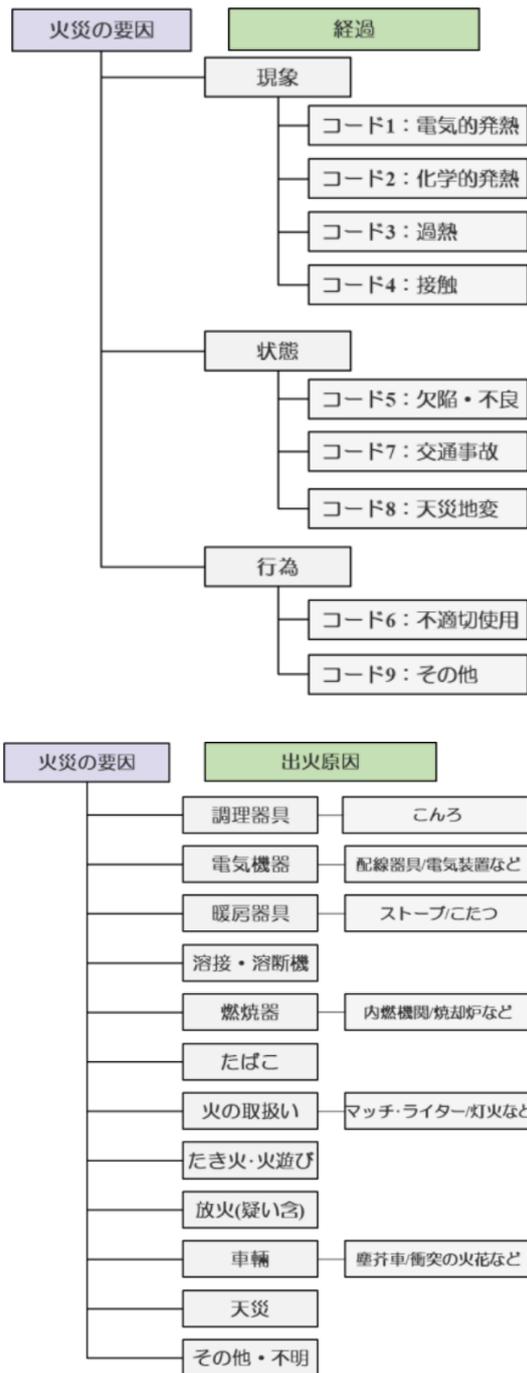


図1 データの分類整理結果

2.2 ヒートマップによる可視化

火災事例データの分析・整理をおこなっていくなかで、ヒートマップによる表示手法が火災発生状況の可視化に有効であることがわかった。そこで過去 10 年間の火災発生状況を地図上にヒートマップ表示して可視化した。さらに消防局の巡回

ルートの策定の参考となるように消防署所から火災発生場所に 3 分で駆けつけることが可能なエリアの表示をおこなった。さらに区の境界線を表示し火災発生場所に区ごとで差異があることを明確にした。

2.3 人口データとの組み合わせ分析

ヒートマップによる火災発生状況の可視化から、人口分布によって火災発生状況に特徴が見られるのではないかと考察し、街を構成する要素の一つである人口データと組み合わせ分析をおこなった。(人口データからは、町丁目別、男女別、年齢別等の人口、町丁目別世帯数を利用)

さいたま市の住民情報として、「埼玉県町(丁)字別人口調査 平成 26 年～令和 4 年(以下、人口調査データ)」を利用した²⁾。さいたま市の町丁目別面積には、「さいたま市統計書(令和 3 年版)」を利用した³⁾。

2.4 人口データのクラスタリング分析

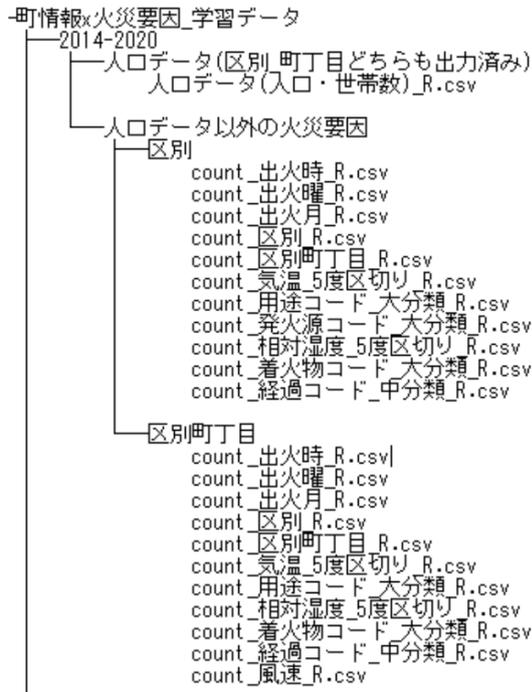
前項でおこなった人口データと火災事例データとの組み合わせ分析の結果により、ある一定以上の人口をもつ町丁目と、その町丁目での火災発生数について、一定の相関があることがわかった。そこで、より詳細な分析をおこなうため、人口データを構成する年齢層を基に、市内町丁目のクラスタリングをおこなった。まず、市内各町丁目の人口データを 5 歳ごとに区切ってデータを整理した。次に、クラスタリング手法として k-means 法を使用し、市内町丁目を 3 クラスに分類した。最後に、分類された各クラスの町丁目と、その町丁目での火災発生事例数との相関を調べ、各クラスの特徴を見出した。

2.5 予測モデルの作成と検証

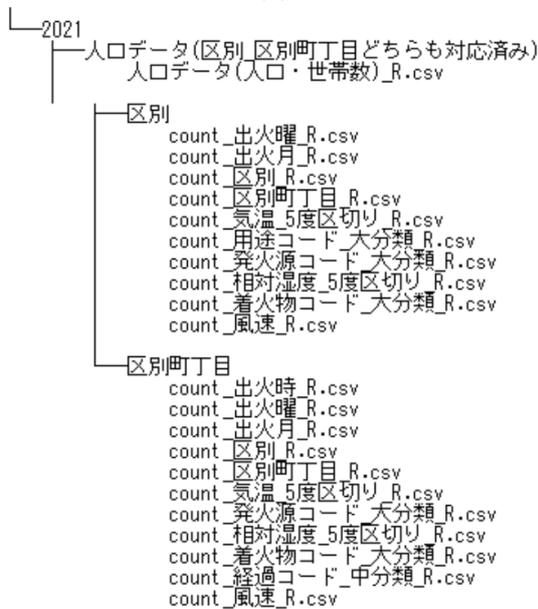
火災事例データから得られた特徴傾向を基に天候データと組み合わせ火災予測モデルを作成した。具体的には図 2 に示すような学習用のデータセットおよびテスト用のデータセットを作成した。学習用データセットは 2014 年～2020 年の学

習用データセットと決定木ベースのモデル LightGBM を活用して学習モデルの作成をおこなった。学習モデルは火災事例データおよび 2020 年の人口データで構成した。一方、テスト用データは 2021 年の火災事例データを用いた。

学習モデル作成後、テスト用データセットを用い、火災発生件数の再現率について検証をおこなった。



(a)



(b)

図2 作成したデータセット項目
(a) 学習用データセット
(b) テスト用データセット

3 結果及び考察

3.1 火災事例データの分析・整理

火災事例データの 111 項目の中で火災の要因に関連する項目として「経過」「出火原因」に着目し、データを整理した。その結果を表 1 に示す。

この結果から、「行為(人の関わりが大きい)」が経過となる火災が出火原因の半数以上を占めていることがわかった。また、火災原因のワースト 3 である「放火」「電気機器」「たばこ」のみで火災発生件数の半数以上を占めていることも示された。

表1 データの分類整理

	合計	経過			
		現象	状態	行為	
合計	2378	1090	50	1238	52.1%
調理器具	245	81	4	160	65.3%
電気機器	488	464	10	14	2.9%
暖房器具	65	53	1	11	16.9%
浴槽・浴槽機	24	23	1	0	0.0%
乾燥機	27	18	6	3	11.1%
たばこ	366	63	0	303	82.8%
火の取扱い	88	68	0	20	22.7%
たき火・火遊び	111	61	0	50	45.0%
放火(疑い含む)	532	0	0	532	100.0%
車輪	119	97	7	15	12.6%
天災	3	0	3	0	0.0%
その他・不明	310	162	18	130	41.9%

3.2 ヒートマップによる可視化

過去 10 年間のさいたま市内での火災発生状況を地図上にヒートマップ表示することで可視化した。その結果を図 3 に示す。このヒートマップ表示では区の境界線を表示し、火災発生場所が区ごとに差異があることを示した。さらに、消防業務の参考となるよう消防署所から火災発生場所に 3 分で現場到着可能なエリアを表示した。

このヒートマップに街を構成する要素をデータとして反映することで、火災発生率の予測につながると考えられる。

3.3 人口データとの組み合わせ分析

さいたま市の人口データと火災事例データを組み合わせた分析をおこなった。さいたま市の住民情報のうち、データ要素として、①町丁目別年齢別総人口、②町丁目別年齢別男女別人口、③町丁目別 5 歳階級別総人口、④町丁目別 5 歳階級別男女別人口、⑤町丁目別世帯数を利用した。

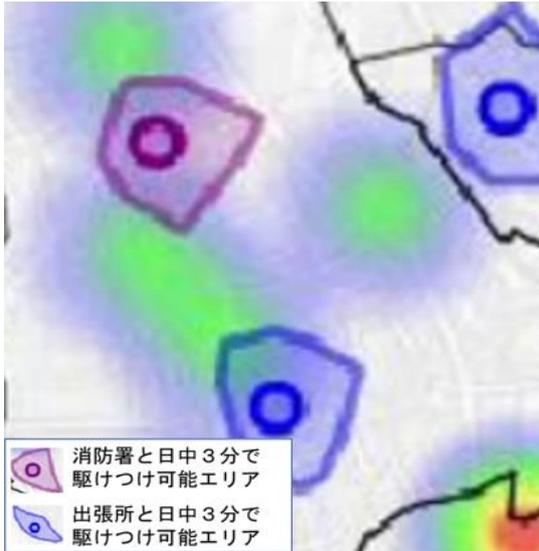


図3 火災事例データのヒートマップ表示 (イメージ図)

まず、火災発生件数を縦軸、人口データ（町丁目別総人口）を横軸とする散布図を作成した（図4）。この結果、過去8年間の火災統計では「人口約3100人」以上の町丁目では火災が1件以上発生していることが示された。このことから火災発生の予知・予測を行う際に、3000人以上の町丁目は火災発生比率が高いと重みづけすることが可能と考えられる。

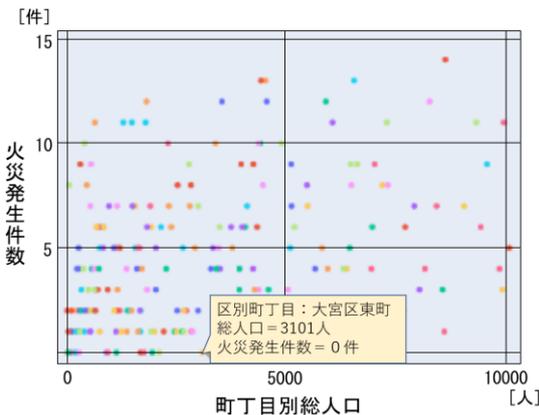


図4 町丁目別総人口と火災発生件数

3.4 人口データのクラスタリング分析

人口データを構成する年齢層を基に、市内町丁目のクラスタリングをおこなった。市内各町丁目の人口データを5歳ごとに区切ってデータを整理し、k-means法を使用して市内町丁目を3クラスに分類した。分類された3クラスを構成する町丁目の人口構成から、それぞれを「若年型」「家族

型」「シニア型」と名付けた。分類された各クラスの特徴を表2に示す。

最後に、分類された各クラスの町丁目と、その町丁目での火災発生事例数との相関を調べた。この結果を表3に示す。

表2 各クラスの特徴

家族型	未成年層と30～49歳の年齢層の割合が高い
若年型	20歳代と50～64歳の年齢層の割合が高い
シニア型	65～84歳の年齢層の割合が高い

この結果から、全町丁目で火災発生件数と世帯数の相関を読み取ると、世帯数が多い町丁目ほど火災発生件数も多いことがわかる。クラスタリングされた「若年型」「家族型」に属する町丁目でも、世帯数が多いほど火災発生件数も多い。「若年型」や「家族型」において、2501世帯以上の町丁目数は、それぞれクラス内では半数以下だが、その町丁目の火災発生件数がそれぞれのクラス

表3 各クラスと火災発生事例数の相関

世帯数	別層	～250	～700	～1500	～2500	～5000	～15223		
全町域		133	331	371	385	372	344	279	2215
		6.0%	14.9%	16.7%	17.4%	16.8%	15.5%	12.6%	100.0%
火災件数		76	117	235	255	390	618	787	2378
		3.2%	4.9%	9.9%	10.7%	16.4%	21.8%	33.1%	100.0%
件/町域		0.57	0.35	0.63	0.66	1.05	1.51	2.82	
世帯数	別層	～250	～700	～1500	～2500	～5000	～14508		
家族型		0	23	53	115	159	166	148	664
		0.0%	3.5%	8.0%	17.3%	23.9%	25.0%	22.3%	100.0%
火災件数		0	10	23	72	166	264	443	978
		0.0%	1.0%	2.4%	7.4%	17.0%	27.0%	45.3%	100.0%
件/町域		0.43	0.43	0.63	1.04	1.59	2.99		
世帯数	別層	～250	～700	～1500	～2500	～5000	～15223		
若年型		0	16	49	88	132	147	131	563
		0.0%	2.8%	8.7%	15.6%	23.4%	26.1%	23.3%	100.0%
火災件数		0	6	33	61	113	203	344	760
		0.0%	0.8%	4.3%	8.0%	14.9%	26.7%	45.3%	100.0%
件/町域		0.38	0.67	0.69	0.86	1.38	2.63		
世帯数	別層	～250	～700	～1500	～2500	～5000	～4419		
シニア型		0	200	261	182	81	31	0	755
		0.0%	26.5%	34.6%	24.1%	10.7%	4.1%	0.0%	100.0%
火災件数		0	79	177	122	111	51	0	540
		0.0%	14.6%	32.8%	22.6%	20.6%	9.4%	0.0%	100.0%
件/町域		0.40	0.68	0.67	1.37	1.65			

における火災件数の約70%を占めていることも明らかになった。

一方、「シニア型」においては、251～700世帯の町丁目でも最も火災発生件数が多い。「シニア型」のクラスにおいて、火災発生件数がクラスにおける火災件数の約70%を占めるのは1500世帯以下の町丁目であることもわかった。

3.5 予測モデルの作成と検証

火災事例データから得られた特徴傾向を基に天候データと組み合わせて火災予測モデルを作成した。ある8月の18時(天気:晴れ/湿度61%/気圧1032hPa)における火災発生予測のヒートマップ表示結果を図5に示す。

火災予測モデルによって2021年の火災発生件数278件のうち66件を再現できた。火災予測モデルによる再現率は23.74%となった。また、2014～2020年で火災発生件数上位3つの区に限って予測し、再現率を検証したところ、35.1%となった。

この予測再現率は必ずしも高い数値とはならなかったがデータの追加等で改善が見込めるものと考えている。



図5 8月の18時における予測ヒートマップ (イメージ図)

4 まとめ

(1) 火災事例データの整理・分析

さいたま市消防局から提供された過去10年分の火災事例データを整理・分析した。「行為(人の関わりが大きい)」が原因となる火災が出火原因の半数以上を占めていることがわかった。また、火災原因のワースト3である「放火」「電気機器」「たばこ」のみで火災発生件数の半数以上を占めていることも示された。

(2) ヒートマップ表示による可視化

過去10年間のさいたま市内での火災発生状況

を地図上にヒートマップ表示することで可視化した。さらに、消防業務の参考となるよう消防署所から火災発生場所に3分で現場到着可能なエリアを表示した。

(3) 火災事例データと人口データとの組み合わせ分析

さいたま市の人口データと火災事例データを組み合わせた分析をおこない、過去8年間の火災統計では「人口約3100人」以上の町丁目では火災が1件以上発生していることを明らかにした。

(4) 人口データのクラスタリング分析

各町丁目の人口データを構成している年齢層に着目し、年齢層の特徴から全町丁目を3つのクラスにクラスタリングした。それぞれのクラスと火災発生状況との相関を調べた。その結果、「シニア型」として分類されたクラスの町丁目においては特徴的な傾向が見られた。

(5) 予測モデルの作成と検証

火災事例データから得られた特徴傾向を基に天候データと組み合わせて火災予測モデルを作成した。火災予測モデルによって2021年の火災発生件数278件のうち66件を再現でき、火災予測モデルによる再現率は23.74%となった。

参考文献

- 1) 防災行政研究会編, “11改訂 火災報告取扱要領ハンドブック”, 東京法令出版 (2014)
- 2) 彩の国統計情報館, “町(丁)字別人口調査”, <https://www.pref.saitama.lg.jp/kense/toke/machiza/index.html> (accessed 2022.08.01～).
- 3) さいたま市, “さいたま市統計書(令和3年版)”, <https://www.city.saitama.jp/006/013/001/005/p088375.html> (accessed 2022.08.01～).