事務所建物の火災安全性能評価方法の提案

－事前チェックリスト診断結果から焼損被害を推定－

A STUDY ON METHOD OF EVALUATING FIRE SAFETY IN OFFICE FACILITIES

－ Method for the estimating the fire damage area by the beforehand questionnaire survey －

佐藤 博臣*, 村井 裕樹**, 栗岡 均***, 志田 弘二****

Hiroomi SATOH, Hiroki MURAI, Hitoshi KURIOKA

and Kouji SHIDA

Authors discussed on a method to estimate the fire damage area in existing office buildings by the beforehand questionnaire sheet survey.

A questionnaire sheet was developed taking into consideration the score pointed not only the substantiality degree of the hardware factors, but also the substantiality degree of the software factors.

A survey was conducted on experimentally 185 existing office buildings with the above-mentioned questionnaire sheet.

As a conclusion, authors made clear what might calculate the fire safety index to be able to perform comparison of the fire safety performance between the building easily with the above-mentioned questionnaire sheet, and what might estimate the fire damage area before firebreak.

Keywords : Evaluation method of fire safety, Statistics data, Fire damage area, Questionnaire, Office facility

火災安全評価、統計データ、焼損床面積、アンケート、事務所建物

1 はじめに

建築基準法の改正に伴う性能設計への流れから、建物の火災安全性能をよりどころとした設計方法への道が開きつつある。しかし、建物自体の火災安全性を高め、火源や可燃物などの日常の管理を徹底し、火災安全性の高い建物を実現してもその努力が報われる制度が社会的に少ない。これは、建物の管理状況や防火設備の設置状況など、日常管理を含めた調査を行い、その充実状況が火災安全性に影響を与えるかどうかの分析、およびその結果をふまえた建物の火災安全性を評価するツールが少ないことも原因の一つと考えた。

然るに、建物の火災リスクの定量的評価に関しては、関沢らの火災統計分析^{1) 2)}、「火災報告」^{注2)}を基にした野崎・小林らの研究^{3) 4) 5)}、正規化リスク曲線を用いた水野の一連の研究^{6) 7) 8)}、著者等の焼損床面積の累積相対度数分布の研究⁹⁾などがある。これらの分析のベースとしての「火災報告」は、消防用設備の設置など法に定める安全対策と火災損害の関係を把握するには非常に有用である。しかし、「火災報告」には、具体的な火災の拡大を支配する空間内部の可燃物配置など空間の使い方に関する情報や建物の日常管理状況など火災安全性能に大きく影響する可能性のある情報が不足している。

一方、既存建物の消防用設備などの設置状況に加えて「火災報告」

では入手が困難な設備点検の実態やその他の火災安全対策（特に日常管理など建物を使う人の行動や意識による貢献）の状況については、火災工学的な知見をよりどころとする複数の項目からなるチェックリストに基づくアンケート調査などを行うことで事前の火災安全上の特徴として建物毎にデータ化することが可能である。しかし、この種の方法では、評価対象物の相対的な弱点を指摘することができるが、対策の総合評価を定量化するのは容易ではなく、火災が発生した場合の損害を推定することはできない。

そこで本研究では、アンケート調査分析と「火災報告」の統計分析を比較検討し、両者の結果を関連付けた火災安全性能評価手法の構築を行う。具体的には、対象とする建物の日常管理状況や防火設備の設置などの充実状況に関する事前アンケート調査に基づく火災安全性評価結果から被害状況（焼損床面積・焼損率等の物的被害）を推定する方法を確立することを最終的な目的とした。

2 研究の構成

本研究で目標とする火災安全性能評価のプロトタイプ構築のためには、比較的母集団が大きく、利用の形態や安全対策が均質と想定される事務所建物を分析対象として適切と判断した。

ここで「事務所建物」とは、一般に建築に関わる人々が想定（机

* イー・アール・エス 博士(工学)

** 兵庫県立福祉のまちづくり工学研究所 博士(工学)

*** 鹿島技術研究所 博士(工学)

**** 名古屋市立大学大学院芸術工学研究科 教授・工博

Engineering & Risk Services Corp., Dr. Eng.

Hyogo Assistive Technology Research and Design, Dr. Eng.

Kajima Technical Research Institute, Kajima Corp., Dr. Eng.

Prof., Nagoya City Univ., Dr. Eng.

表１ アンケート項目の例

建築物の全体的概要	ソフト要因		ハード要因	
	防火管理体制	設備等の点検体制	代表室の安全対策	その他部分の安全対策
ビルの使用形態(所有・テナント)	管理組織の有無	点検頻度	感知設備の有無	避難経路のわかりやすさ
従業員数	巡回の有無	点検後の改善方法	消火設備の有無	防火戸等の閉鎖障害
竣工年	防火管理者等の選任	重要設備の点検状況	可燃物の状況	可燃物の状況
床面積・階数	消火等訓練の実施	改善の意思伝達	扉の状況	排煙設備の有無
構造	従業員の意識		排煙設備の有無	
管理形態(総合・設備)	消防計画書の有無			
代表室の面積・内装等	自衛消防隊の有無			

の上で事務・執務などを行う空間及びそれに付属する空間（会議室・応接室・トイレ・小規模な倉庫など）を含む）している執務空間で構成される建物である。しかし、上記「火災報告」には、このような執務空間などと一致する統計データは存在しない。そこで便宜的に類似用途が多数含まれる消防法施行令の別表第一の(15)項（その他の事業場）から「事務所」の建物火災として分類されたものを用いた。

本研究に先立ち、建物の防火上の安全対策および消火設備・報知設備等の設置状況（以降、ハード要因と定義）の充実度合と日常管理など建物の維持管理状況および消火・報知設備等の点検状況（以降、ソフト要因と定義）による対応力などを、過去の研究や火災事例分析などの知見を基に考慮した、マクロ的な建物の火災安全性を評価するアンケートシートを試作した。

本研究は、この試作シートによる結果と火災報告データを用いて以下を提案した。

- ① 試作したアンケートシートを用いて既存事務所建物の調査を行い、データを収集するとともに併せてそのシートの適用性を検討した。すなわち、建物の延焼拡大に関連する項目の重要性などを加味して得点化を行い、その得点を当該建物の火災安全性とし、さらにこれを簡便化した指標として火災安全指数を提案した。
- ② アンケートシートと「火災報告」で共通項目に着目して、「火災報告」の焼損床面積、焼損率^{注3)}について分析した。さらに前記した火災安全指数が持つと想定される被害規模の概略イメージとして、火災時に予想される焼損床面積や焼損率を推定する方法を提案した。

3 アンケート調査分析

3.1 アンケート調査の位置付け

建物の火災安全に関わる管理は、本来ならば建物所有者や建物利用者（テナント従業員など）が中心となって行うべきである。しかし現実には、事務所建物においては建物管理会社へ委託して行われることが多い。このような建物管理の実情から、建物管理担当者などが比較的容易に調査できる項目で、建物の火災安全性を説明できる客観的な指標を作成することが重要と考えた。

試作したアンケートの調査項目と内容は、建物管理担当者の調査・記入を想定し、建築計画や火災安全性などに関しても専門的知識を必要とする内容は極力控え、建物の用途が同じならば、どの建物でも共通して必要となると考えられる火災安全性に関する基本的な項目を主とした。

3.2 調査項目と配点

建物は、法規で要求される項目に概ね従って建設されていると考え、調査項目には法令設置義務の確認とした内容も一部あるが、法

表２ アンケート選択肢と配点例

Q.火災安全に関する会議の実施等	
選択肢	配点
1. 会議は行われていない(記録もない)	0
2. 会議は行われているが、記録はない	1
3. 会議が行われてその内容が記録・保管されているが、従業員へはその内容を伝えていない	1
4. 会議が行われてその内容が記録・保管され、従業員へその内容(抜粋も含む)を伝えている	2
5. その他	1
Q.消防防災設備・機器の点検の実施等	
選択肢	配点
1. 点検を実施していない	0
2. 法規(法定)未満の頻度で点検を実施している	0
3. 法規(法定)通りの頻度で点検を実施している	1
4. 法規(法定)通り以上の頻度で点検を実施している	2
5. 設備機器によって異なるので一概に回答できない	1
6. 分からない	0
7. その他	0
Q.代表的な事務室への排煙設備設置	
選択肢	配点
1. 設けられている	1
2. 設けられていない	0
Q.廊下・エレベータホールなどの書類やゴミなど	
選択肢	配点
1. 常に放置されている	0
2. 時々あるいは場所によって置かれている	0
3. いいえ	1

表３ アンケート実施状況

実施時期	対象	発送数	有効回収数	有効回収率	平均延床面積
2002年3月	全国	844	185	21.9%	10451.5㎡

表４ 分析に用いた建物の面積区分

	面積区分(㎡)	要件
事務所	0～150	
	150～300	150㎡以上で防火管理者選任
	300～1000	300㎡以上で消火器具設置
	1000～	1000㎡以上で自動火災報知設備設置

図１ アンケート回答の延床面積の分布（有効回収 185 件）

図2 延床面積とソフト要因の得点分布 (n=185)

図3 延床面積とハード要因の得点分布 (n=185)

規以上の性能の把握に努めた。具体的には、建物の概要（面積、階数など）の他に、表1に示すソフト要因2分類（「防火管理体制」、「設備等の点検体制」）、ハード要因2分類（「代表室・最重要室の防火関係設備など火災安全対策」（以下「代表室の対策」）、「その他室・共用部等の防火関係設備など火災安全対策」（以下「その他室の対策」））である。全設問数は約60項目¹³⁾である。

建物の火災安全性に対するソフト要因とハード要因の充実状況に着目し、アンケート結果を得点化して建物の火災安全性を評価した。具体的には、アンケートの選択肢を「良い状況」と「悪い状況」に分け、それぞれ配点を1点と0点とし、特に経験的に火災安全性の向上に重要と考えられる選択肢は2点とした（なお、無回答の場合は0点とした）。アンケートの設問、選択肢、配点例を表2に示す。各設問を、表1に示す「防火管理体制」「設備等の点検体制」「代表室の対策」「その他室の対策」の4つのいずれかに分類し、それぞれの分類ごとに合計した得点をさらに各100点満点に基準化（合計400点となる）し相互比較が可能となるようにした。

3.3 アンケートの結果・考察

アンケートは、鹿島建物総合管理株式会社が管理する全国の事務所建物に対して実施した。発送数、回収数などを表3に示す。回答建物の代表特性として、消防用設備など防火対策と関係の深い延床面積を横軸に、建物数を縦軸として図1に示した。分析に用いた建物の面積区分は「火災報告」に記載された事務所建物を対象に、建物を消防法令による消防用設備等の設置要件となる延床面積を境界として表4のように分類して分析した。表3の右欄の平均延床面積は有効回答全体の平均を示したものである。図1に示したように回答建物の多く（約8割）は1000㎡以上10000㎡未満であった。図2と図3は、縦軸にアンケートの得点（ソフト要因、ハード要因）、横軸に延床面積（対数軸）をとったものである。全体的にはソフト要因よりもハード要因の方が得点のばらつきが小さい。10000㎡を超える大規模な建物では、ソフト・ハードの得点共に相対的に大きな

図4 ソフト・ハード要因の得点分布 (n=185)

表5 ソフト・ハード要因ごとの得点 (n=185)

	ソフト要因		ハード要因		ソフト・ハード合計点
	防火管理体制	点検体制	代表室の対策	その他室の対策	
(満点)	100.0	100.0	100.0	100.0	400.0
平均点	47.8	61.9	57.7	67.8	235.2
標準偏差	28.1	19.6	17.9	17.8	
平均点合計	109.7		125.4

図5 ソフト・ハード要因の得点の対応状況 (n=185)

値を示し、ばらつきも少ない。また1000㎡を下回る小規模な建物では、ソフト・ハードの得点共に相対的に小さな値を示し、ばらつきも少ない。この間の規模の建物では、ソフト・ハード共に得点のばらつきが大きい。

アンケートの得点概要を表5に示す。ソフト要因のほうがハード要因よりも平均点が低く、ばらつきも大きかった。図4にハード及びソフト要因のそれぞれの得点分布（各200点満点）を示す。

図4のソフト要因に関しては、0点～60点の範囲の極端に低い得点の建物は少なく、平均点よりも高得点側の日常管理状況の良い状況に建物が偏る傾向があった。

ハード要因もソフト要因と同様に、平均点付近に多くの建物が分布した傾向を示した。120点～180点の範囲に約50%の建物が集中し、比較的高得点の場合が多い。一方で非常に低い得点の建物もある。これらの存在は、ハード要因に関しては消火設備や報知設備など法令で設置義務のある項目の設問以外に、法規以上の安全対策の実施状況の把握に努めたことに起因すると判断する。

図5に回答のあった185件のデータのソフト要因とハード要因の相互の関係を示す。ハード要因に比べてソフト要因のほうが幅広く分布し、火災安全の視点における、建物利用者の日常管理との関わり方（防災意識）に大きな差があることが推測できる。

なお、ソフト要因とハード要因の得点の重み付けが重要となるが、このような研究によってデータが蓄積されることで適正な重みが決定されると考える。しかし、ここでは、図4に示したようにソフト要因の得点分布とハード要因の得点分布の形状がやや異なっているが、おおむね類似の得点分布傾向であることから、以下の検討では両者をほぼ同一の重みで評価した。

以上のことから、アンケートの項目や配点を適切に行い、データの充実化を図れば、このような方法で建物の火災安全性能を事前に評価できるものと判断した。

4 「火災報告」分析

4.1 分析方法

「火災報告」に記載される項目とアンケートの調査項目で共通す

る項目と「火災報告」のみで分かる焼損床面積や焼損率を分析し、火災安全性評価の方法の可能性を提案する。

「火災報告」分析の対象は、1996年から2002年の7年間^{注4)}で、爆発や放火などを除外した非木質系構造^{注5)}の火災1012件である。

「火災報告」とアンケート項目を対比すると、ソフト項目では防火管理者の選任状況、消防計画書の作成、消火訓練の実施の3項目、ハード項目では消火設備の設置状況および自動火災報知設備の設置状況の2項目、合計で5項目が共通であった。ソフト項目はハード項目に合わせ2項目とすることが分析のしやすさから適切であること、また消防法令の規定では防火管理者の選任が前提である消防計画書の作成を外すこととした^{注6)}。ここで、表6はアンケートと「火災報告」の設問・選択肢の関係を示したものであるが、アンケート分析と「火災報告」分析の点数で混乱を招かぬように、ポイントと

図6 ソフト・ハード要因の点数の組合せによる得点分布（事務所）

図7 ソフト・ハード要因のポイント組合せ区分による焼損床面積の累積相対度数

呼ぶ得点を定義し、「良い状況」（例えば「防火管理者を選任している」「消火設備を設置している」など）の選択肢の場合はポイント1、そうでない場合はポイント0と得点化した。

ソフト要因のポイントを Sn(n=0,1,2)、ハード要因のポイントを Hn(n=0,1,2)として略し、例えばソフト2ポイント、ハード1ポイントの建物は、[S2,H1]と表記した。このとき、同じ S1と表記しても「防火管理者の選任状況」または「消火訓練の実施状況」のいずれか一方でポイント1であるとき、また同じく H1と表記した場合でも「報知設備の設置状況」または「消火設備の設置状況」のいずれか一方でポイント1である場合が考えられるが、「防火管理者は選

表6 アンケートと「火災報告」の設問・選択肢の対応

設問項目	アンケート調査	火災報告	ポイント
ソフト	防火管理者の選任状況	選任 ↔ 選任・一部未選任	1
	消火訓練の実施状況	実施 ↔ 実施	1
	未選任・不明	↔ 非該当・未選任	0
	未実施・不明	↔ 非該当・実施せず	0
ハード	報知設備の設置状況	設置 ↔ 設置	1
	消火設備の設置状況	設置 ↔ 設置	1
	未設置・不明	↔ 非該当・設置せず	0
	未設置・不明	↔ 非該当・設置せず	0

表7 アンケート・「火災報告」共通項目で分類したアンケート得点 (n=185)

		ソフト要因のポイント							
		0		1		2			
		ソフト 得点	ハード 得点	ソフト 得点	ハード 得点	ソフト 得点	ハード 得点		
		[S0,H0]		[S1,H0]		[S2,H0]		0	ハード 要因の ポイント
平均値		46.2	41.7	115.4	130.0	84.6	119.6		
標準偏差		—	—	—	—	—	—		
件数		2		1		2			
		[S0,H1]		[S1,H1]		[S2,H1]		1	
平均値		48.3	82.2	94.9	91.9	130.8	108.6		
標準偏差		34.2	34.8	—	—	—	—		
件数		11		6		8			
		[S0,H2]		[S1,H2]		[S2,H2]		2	
平均値		70.6	122.3	109.2	130.1	132.4	136.0		
標準偏差		37.4	25.6	28.2	22.2	32.6	24.0		
件数		23		57		75			

表8 アンケート・「火災報告」共通項目で分類した
焼損床面積と焼損率の平均値 (n=1012)

		ソフト要因のポイント					
		0	1	2			
		[S0,H0]	[S1,H0]	[S2,H0]			
焼損床面積 (㎡)	平均値	25.7	0.0	0.0	0	ハード要因の ポイント	
	標準偏差	64.6	-	-			
焼損率 (%)	平均値	28.3	0.0	0.0			
	標準偏差	40.9	-	-			
延床面積平均値(㎡)		507.0	929.0	2220.0			
件数		299	2	1			
		[S0,H1]	[S1,H1]	[S2,H1]	1		
焼損床面積 (㎡)	平均値	23.6	19.8	32.0			
	標準偏差	63.9	80.4	75.1			
焼損率 (%)	平均値	9.2	3.6	3.4			
	標準偏差	24.0	14.1	8.8			
延床面積平均値(㎡)		421.4	5112.0	2299.3			
件数		165	24	8			
		[S0,H2]	[S1,H2]	[S2,H2]	2		
焼損床面積 (㎡)	平均値	5.8	12.3	4.1			
	標準偏差	16.6	59.0	25.5			
焼損率 (%)	平均値	1.4	1.2	0.3			
	標準偏差	5.3	7.8	2.2			
延床面積平均値(㎡)		1300.1	3346.0	9095.3			
件数		124	222	167			

任していないが消火訓練を実施している」や「報知設備はあるが、消火設備はない」などの組合は「火災報告」の中でも非常に少ないので、それぞれひとつのグループとしてまとめた。

4.2 「火災報告」分析の結果・考察

(1) アンケート回答建物のポイント区分別の得点分布

アンケート調査の対象建物をポイントSnとHnの組み合わせで9分類し、分類ごとに得点分布を求め、表7及び図6に示す^{注7)}。なお、図6、図7は分析が可能な該当数となる6分類のみ記載した。

表7に示すように185件の回収したデータのうち、H0に属するデータ数は5件と少ないので傾向を論ずることはできない。ハード要因のポイントが1以上であれば(H1,H2の列)、ソフト要因のポイントの増加はアンケートの平均合計得点の増加傾向を示した。

図6に各区分におけるアンケート得点の分布状況を示す。同図に見られるように、各区分に属するデータ数が少ないため、ソフト・ハード要因ともに大きく分散した分布形状となっている。しかし、各図を大きく括って見れば、ポイントが増加すると高得点となる件数の増加(図の上では多くの件数が右側に集まる)傾向が認められる。特に、H2の群に関しては、ソフト要因が向上するとハード要因も平均値が高くなっていた。

図8にポイント数を横軸に、アンケート結果における区分ごとの合計平均点を縦軸に示す。この図に明かなように、ポイント数が増加すると、サンプル数の少ないものを除いて、得点は増加傾向にあることが分かる。

(2) ポイント区分別の焼損床面積の累積相対度数

「火災報告」の火災建物もアンケート結果との対応を意図して同様に9分類した。区分ごとに焼損床面積の累積相対度数を図7に示し^{注7,8)}、表8に焼損床面積及び焼損率の平均値と標準偏差を示した。

図7の焼損床面積の累積相対度数をみるとH1では小火の割合が約60%であるが、H2では約80%と小火の割合が多くなっている。一方、ソフト要因のポイント変化が焼損床面積の傾向の変化に及ぼす影響はハード要因のポイント変化ほど大きくないが、[S2,H2]の群は小火の割合が約90%と高い値を示しており、延焼拡大の割合も小さくなるものと推定される。

表8においても、表7の場合と同様に、消防法令に基づき[S0,H0]は存在するが、[S0,H1][S0,H2]はない。法令以上の安全対応をしているものの少なさを示す。

表8をもとに、ポイント数を横軸に、縦軸に焼損床面積および焼損率の平均値を図示したのが図9である。焼損床面積に関しては、ソフト要因のポイントが同じであれば、ハード要因のポイント向上に従って焼損床面積は小さくなる傾向を示す。しかし、ハード要因のポイントが同じ場合には、データ数の少ないものもあるが、ソフト要因のポイントが高くなっても、必ずしも、焼損床面積の減少には繋がっていない。H1群ではS1で最小値を示し、H2群ではS2で最大値を示していた。一方、焼損率についてみれば、ポイント数の増加に従って急激に値が低減する明確な相関を示した。

(3) アンケート結果の得点と「火災報告」によるポイント数

ポイントSnとHnが大きくなる(表8で左上から右下へ移動)に従い、概ねアンケート調査の得点の平均値は高くなり、「火災報

告」の焼損率の平均値は低くなる。また、ソフト要因やハード要因の一方のポイントが同じでも、他方のポイントが上がるに従って、得点の平均値は高くなり、焼損率の平均値は低くなる傾向がある。ハード要因のポイントが1以上では、表7における右下の欄に移行するに従って得点分布も高得点側に移り、特異な得点^{注9)}となる建物の出現は概ね見られない。

そこで、表7と8における9区分のマトリックスの中央区分である、[S1,H1]が火災報告に示された火災における焼損被害の平均像を作り出しているとすれば、表7の[S1,H1]のアンケート平均得点合計(186.8点)が、表8の火災報告における[S1,H1]の焼損床面積平均値19.8㎡、焼損率3.6%の火災を生み出すと考えられる。同様に他の区分もそれぞれ対応すると仮定できる。

アンケートの得点を横軸に焼損床面積や焼損率を縦軸にして、図10が得られる。当然この図においても、アンケートの得点と焼損床面積に関しては明確な関係は述べられない。しかし、結果的には両者の関係は、焼損率に関してはアンケート得点を被害規模に読み替えても不都合がなく、アンケートの得点と火災被害規模が一体化するものと考えた。

しかし、アンケート調査と「火災報告」の母集団が異なっているので今後更なるデータの蓄積が必要であることに加えてソフト要因とハード要因の得点の重みが同じであるために評価軸上で歪が生じている可能性がある。今後、データ蓄積を続ければ、アンケート調査の項目数ならびに各項目の評価重みが確認され、評価できる可能性がある。

5 アンケート結果と「火災報告」の結合のための焼損率の推計

4章の検討で、有意な関係が認められたポイント数と焼損率について、統計的な意味合いがどの程度であるのかにつき、数量化Ⅰ類を用いて検証する。

アンケート結果と「火災報告」は本来別個のものであるが、アンケートの得点の持つ意味を明確にするために、別の調査結果である「火災報告」の焼損程度の区分と関連付けることが必要と考えた。そこで、アンケートと「火災報告」に共通する調査項目に着目した。すなわち、ソフト要因(「防火管理者の選任状況」「消火訓練の実施状況」とハード要因(「報知設備の置状況」「消火設備設置の状況」)の4項目を説明変数、焼損率^{注10)}を目的変数として、数量化Ⅰ類の分析を行い、回帰式を求めた。

焼損率の推計は、表4のように分類して分析した場合、および全建物を一括で分析した場合を行い、重相関係数の値を検討することで、焼損率予測の精度の検討を最初に行った。回帰式の結果を表9に示す。なお、焼損率は量的変数であるが、防火管理者の状況など説明変数は全て質的変数であるので、結果は段階的に示されるため、本手法での焼損率の推計は、建物ごとのソフト・ハード要因の状況の充実度合による損害の概要把握を目的としている。

重相関係数は、全建物一括の場合(表9「全建物」欄)が最も大きく、表4による延床面積で分割した場合(建物区分ごと)はいずれも低い値となった。建物区分ごとの場合に重相関係数が低い値となるのは、4項目の組合せ(計16組)のうち発生する組合せが建物区分ごとに限定されまた該当件数がごく少数の組合せも多いなど、建物区分ごとには説明変数としての4項目の採用に限界がある(表

図8 建物群ごとの得点と

図9 建物群ごとのポイントと焼損床面積・焼損率

図10 建物群ごとのアンケート得点と焼損床面積

9中の※補足説明を参照)データでの解析となることが主な理由である。以上の検討を基に、事務所建物に関しては、全建物一括で求めた回帰式を採用する。

6 建物の火災安全性評価手法の提案

6.1 総合的な簡易指標としての火災安全指数の提案

4章の分析では、アンケートによる得点は、さまざまな階層の建物規模のデータを蓄積すること、各項目に与えた配点について精査することによって、ソフト要因およびハード要因ともに概ね正規分布と仮定できそうであることが分かった。しかし、これらの得点は見掛け上連続量の形態を呈しているが、上記のように各項目は質的な変数であるから、簡易指標としての総合的な火災安全指数も当然なこととして、段階的な指数であることが適切であると考えた。また、5章では、アンケートと「火災報告」と共通する項目が4項目と少ないことから重相関係数もそれほど高くないが、4個の説明変数の良し悪しによって焼損率や焼損床面積の大小を推計できる可能性を示した。また、5章の分析からも、回帰式から推計されるこれら焼損率に係わる数値も概要を把握するための段階的な数値として捉えるのが現在のところ適切であると考えた。

以上のことから、ここで提案する簡易指標としての火災安全指数は、4章の方式によるソフト要因及びハード要因の各得点、両者の総得点などを基準化して例えば、5段階程度の数値とし、それぞれの指数と上記回帰式で求められた焼損率などを関連付ければ、単体建物の弱点を明確に示すことが出来るとともに、複数の異なる建物の性能比較なども比較的簡便に行いやすくなると考えた。

火災安全指数は、ソフト要因別(ソフト指数)、ハード要因別(ハード指数)に計算し、ソフト指数とハード指数を総合した指数(総合指数)をさらに計算することとする。

図4に示したソフト要因、ハード要因ごとの得点分布を正規分布

と仮定し、平均点と標準偏差を利用して建物の火災安全性を評価する指数を作成した（表 11 参照）。指数の範囲は、0.0～5.0 であり、実用性を考慮してランク表示は 1 刻みである。また指数作成に使用した母集団建物の平均値は 2.5 となるように作成し、平均値から 1 σ を指数 1.0 の差とした。

6.2 建物の評価例

アンケートの中から評価建物として 3 例抽出した。対象とした建物について、アンケートによる得点およびアンケートと「火災報告」との共通調査項目の充実状況（ポイント；本稿 4.2 参照）を表 10 に示す。

- ・事務所 A：ソフト・ハード要因ともに良く整備されており、特にソフト要因が充実している [S2,H2]。なお、共用部などのハード的対策項目を含む「その他の対策」の得点が平均的であることを、別途、把握している。
 - ・事務所 B：ソフト・ハードいずれも平均的な事務所建物と同様である。ハード要因は平均点を上まわっているが、ソフト要因が平均点をやや下まわっており、ハードが有効的に機能しない可能性もある [S1,H1]。
 - ・事務所 C：全ての項目で平均点を下まわっており、火災安全上危険な建物である。ソフト要因が特に低く、また、代表室の対策の得点も低いため、火災発生時には延焼拡大しやすい建物であるといえる [S0,H1]。
- 上記の重回帰式を用いて、選んだ 3 対象建物の評価を試みる。重

回帰式で計算した焼損率および焼損床面積の推計結果を表 12 に示す^{注 1)}。この表に示したように、焼損率の推計値は、事務所 A が最も小さく約 0%。次いで事務所 B、事務所 C の順に大きくなっている。焼損床面積も同様の傾向にある。表 11 に示す火災安全指数も同様に事務所 A が最も火災安全指数が高く、B、C の順で低くなる。

データを蓄積し、更なる検証が必要ではあるが、対象とする建物の火災安全性能を提案したアンケートで得点化し、それを基に 5 段階の火災安全指数として示した数値が、「火災報告」の結果のグルーピングと対応させた回帰式を基にどの程度の火災拡大被害を呈するかを推計する手掛かりとなり得ることが確認できたと判断する。

7 まとめ

建物の安全性に加えて日常管理状況までを含めた火災安全性評価を行う方法の提案を目指し、既存建物に対するアンケート調査の分析、および「火災報告」の分析を行った。また、「火災報告」の分析に際して、二つの調査に共通する調査項目を利用しお互いに関連させることを試みた。すなわち、既存建物の安全性（得点）と火災を生じた建物の安全性（焼損床面積）を関連づけた。その結果、共通項目のポイントが高い建物ほど高得点あるいは焼損床面積が少ない、ポイントが低い建物ほど低得点あるいは焼損床面積が大きいという、同じ傾向が得られた。

試作したアンケートの結果を用いて対象建物の火災安全性をランク付け（火災安全指数化）が可能であり、そのランク結果から焼

表 9 ソフト・ハード 4 項目による焼損率の回帰式（事務所（非木質系））

建物区分 (延床面積の区分)	定数項	防火管理者の項	消火訓練の項	消火設備の項	報知設備の項	重相関係数
全建物 (1012件)	: 27.8 +	0.0 (未選任) -2.0 (選任)	+ 0.0 (未実施) -0.7 (実施)	+ 0.0 (設置なし) -18.8 (設置)	+ 0.0 (設置なし) -6.6 (設置)	0.43
0～150㎡ (177件)	: 44.2 +	0.0 (未選任) -8.5 (選任)	+ (※)	+ 0.0 (設置なし) 8.8 (設置)	+ 0.0 (設置なし) -35.0 (設置)	0.11
150～300㎡ (133件)	: 13.2 +	0.0 (未選任) 5.5 (選任)	+ (※)	+ 0.0 (設置なし) -5.7 (設置)	+ 0.0 (設置なし) 0.7 (設置)	0.12
300～1000㎡ (283件)	: 4.2 +	0.0 (未選任) 2.1 (選任)	+ 0.0 (未実施) -2.7 (実施)	+ 0.0 (設置なし) 1.0 (設置)	+ 0.0 (設置なし) -3.9 (設置)	0.13
1000㎡以上 (419件)	: 2.9 +	0.0 (未選任) 0.0 (選任)	+ 0.0 (未実施) -0.1 (実施)	+ 0.0 (設置なし) -2.6 (設置)	+ 0.0 (設置なし) -0.1 (設置)	0.17

(※) 重回帰分析の結果、決定係数が低く重回帰式の項として選択していない項を示す。

表 10 評価例建物のアンケート結果

建物名	ポイント		得点				床面積 (㎡)
	ソフト	ハード	日常管理	設備点検	代表室の対策	その他の対策	
平均点	—	—	47.8	61.9	57.7	67.8	
事務所A	2	2	92.3	84.6	79.2	70.0	2140
事務所B	1	2	46.2	61.5	62.5	70.0	5990
事務所C	0	1	30.8	38.5	41.7	60.0	848

表 11 評価例建物の火災安全指数

	ソフト指数	ハード指数	総合指数
平均	2.5	2.5	2.5
事務所A	4.3	3.3	3.9
事務所B	2.5	2.7	2.6
事務所C	1.5	1.7	1.6

表 12 評価例建物の焼損率・焼損床面積の概算

建物名	定数項	防火管理者の項	消火訓練の項	消火設備の項	報知設備の項	焼損率	焼損床面積
全建物	: 27.8 +	0.0 (未選任) -2.0 (選任)	+ 0.0 (未実施) -0.7 (実施)	+ 0.0 (設置なし) -18.8 (設置)	+ 0.0 (設置なし) -6.6 (設置)		
事務所A	: 27.8 +	-2.0 (選任)	+ -0.7 (実施)	+ -18.8 (設置)	+ -6.6 (設置)	0.0%	0㎡
事務所B	: 27.8 +	-2.0 (選任)	+ 0.0 (未実施)	+ -18.8 (設置)	+ -6.6 (設置)	0.4%	24㎡
事務所C	: 27.8 +	0.0 (未選任)	+ 0.0 (未実施)	+ 0.0 (設置なし)	+ -6.6 (設置)	21.2%	180㎡

損床面積、焼損率を推測できることを導いた。今後は、設問項目の設定やソフト要因とハード要因の得点の重み等よりデータ蓄積の問題、評価精度の向上、および他用途建物への適用の可能性の検討を行う必要がある。

注

- 注1) 本論文は著者らの既報告^{10) 11) 12)}を再整理したものである。
- 注2) 消防法第24条、消防組織法第22条による防火対象物に関する火元建物データであり、日本国内で発生する全ての火災（一部例外あり）に対して、防火管理者の選任状況や消火設備の設置状況、出火源や着火物、消火の状況などについて収集されているものである。
- 注3) 焼損率=焼損床面積/延床面積である。
- 注4) 入手データは1995年～2002年だが、1995年は阪神淡路大震災のデータも入っており、日常災害としての火災リスクを検討する本論文の正確性を損なう可能性があるため、1996年～2002年とした。
- 注5) 材料の耐火性に着目して、防災行政研究会「火災報告」取扱要領ハンドブック」に基づいて分類した、「準耐火建築物(非木質)」「耐火建築物」を合せて「非木質系」とした。
- 注6) 表6に示したように、ソフト、ハード共に2項目（それぞれ最大2ポイント計最大4ポイント）とすることが分析のしやすさから適切である。消防法第八条に従い防火管理者を選任していれば、消防法施行令第四条に従い消防計画書を作成し消火訓練も実施しているのが消防法令に従った管理である（もちろん違法な管理である可能性もあるが）。防火管理者を選任していないのに消防計画書を作成することはほとんどない（消防計画書を作成していれば防火管理者を選任）こと、従って、防火管理者選任を項目として採用すれば、消防計画書の作成を含める必要はないと判断した。また、消火訓練の実施は、消防計画書同様に防火管理者の責務であるが、防火管理者を選任していない（消防計画書も作成していない）が、消火設備が設置（法定設置か自主設置かは問わず）されていれば、消火訓練を実施することがあるので、ハード項目として採用されている消火設備設置との対応も考慮し採用した。
- 注7) 分類した建物群の得点の度数分布(図6)は、[H0]の群の件数は少なく一般化するにはデータの蓄積が必要であるため、[H1]以上を示す。
- 注8) 図7は、焼損床面積を横軸（対数軸）、累積相対度数を縦軸にとり、焼損床面積と建物の割合を表わしたグラフで、グラフが上側であるほど焼損床面積が小さい範囲で収まる建物が多いこと、すなわち火災拡大の危険が少ない建物が多いことを示している(文献9参照)。
- 注9) 例えば図6(f)はソフト・ハード共に充実している群だが、得点分布も高得点側に多く、非常に低い得点の建物は現われていない。
- 注10) 延床面積が大きいほど焼損床面積も大きくなることが推測でき、単純

に焼損床面積を目的変数とした回帰式を求めた場合、不自然な結果（一般的に延床面積が大きいほど消防法令による規制は厳しくなり、焼損床面積を抑えられると予想できるが、同時に焼損床面積も大きくなるため）も予想されるため、焼損率を採用した。

注11) 焼損率の計算結果が0%以下の場合は0%とした

参考文献

- 1) 関沢愛：住宅火災の初期拡大危険の分析、火災、Vol.27, No.6(111), 1997年
- 2) 関沢愛：木造住宅における火災拡大危険の要因分析、日本建築学会論文報告集、第284号、1979年
- 3) 野崎洋之・小林裕：統計データに基づく火災リスク評価手法について（その1）火災リスク評価手法の全体構成と火災の発生確率、日本火災学会研究発表会概要集、pp.350-351, 2004
- 4) 野崎洋之・小林裕：統計データに基づく火災リスク評価手法について（その2）火災リスク曲線の定式化法の提案、日本火災学会研究発表会概要集、pp.352-353, 2004
- 5) 小林裕・野崎洋之：統計データに基づく火災リスク評価手法について（その3）建物規模別の火災リスクの比較、日本火災学会研究発表会概要集、pp.108-111, 2005
- 6) 水野智之：火災統計にみた建物規模別の火災損害、日本建築学会大会学術講演梗概集、A-2分冊、pp.197-198, 2003
- 7) 水野智之：火災統計にみた建物規模別・構造別火災損害について、日本建築学会大会学術講演梗概集、A-2分冊、pp.281-289, 2005
- 8) 水野智之：正規化リスク曲線を用いた建物火災損害の統計分析、日本建築学会大会学術講演梗概集、A-2分冊、pp.183-184, 2006
- 9) 佐藤博臣・村井裕樹・志田弘二・栗岡均：火災統計データに基づく火災拡大危険評価法、日本建築学会環境系論文集 第614号 pp.1～8, 2006
- 10) 佐藤博臣・村井裕樹・栗岡均・志田弘二：火災安全性能の得点化方法の提案 建築物の火災安全性能の評価方法構築に関する研究 その1、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-2 pp.177～178, 2006
- 11) 村井裕樹・佐藤博臣・栗岡均・志田弘二：火災安全性能に関するアンケート項目と焼損面積の関係 建築物の火災安全性能の評価方法構築に関する研究 その2、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-2 pp.179～180, 2006
- 12) 栗岡均・佐藤博臣・村井裕樹・志田弘二：既存建物の評価と火災安全指数の提案 建築物の火災安全性能の評価方法構築に関する研究 その3、日本建築学会大会学術講演梗概集 A-2 pp.181～182, 2006
- 13) 「既存不適格建築物の防火性能診断法に関する調査」、国土交通省・国土技術政策総合研究所資料 No.369, p.134 表 6.3, 2007.1

(2007年7月9日原稿受理、2008年1月22日採用決定)