

行動・心理を中心とした

避難計画の研究

東京大学大学院
建築学科修士課程

上原 茂男

目次

はじめに	1
第1章 火災事例について	3
1-1 概説	4
1-2 国外火災事例	5
1-3 国外火災事例	14
第2章 火災時の行動・心理について	25
2-1 概説	26
2-2 Bビル火災の避難者に対する アンケート調査について	27
2-3 主な項目の単純集計について	33
2-4 クロス集計分析	40
2-5 数量化理論による要因分析	76
第3章 避難シミュレーション	90
3-1 概説	91
3-2 人間の行動能力について	92
3-3 避難シミュレーション	96
むすび	143
謝辞	144
参考文献	145

はじめに

火災時における避難という問題ととりあがる場合、そこには大きく分けて3つの要素が考えられる、即ち建物・人間・火災の3つであるが、このうえさらにもう1つ情報という要素とつなぐれば、避難というシステムは、よりは、よりしなやかなものとなる。

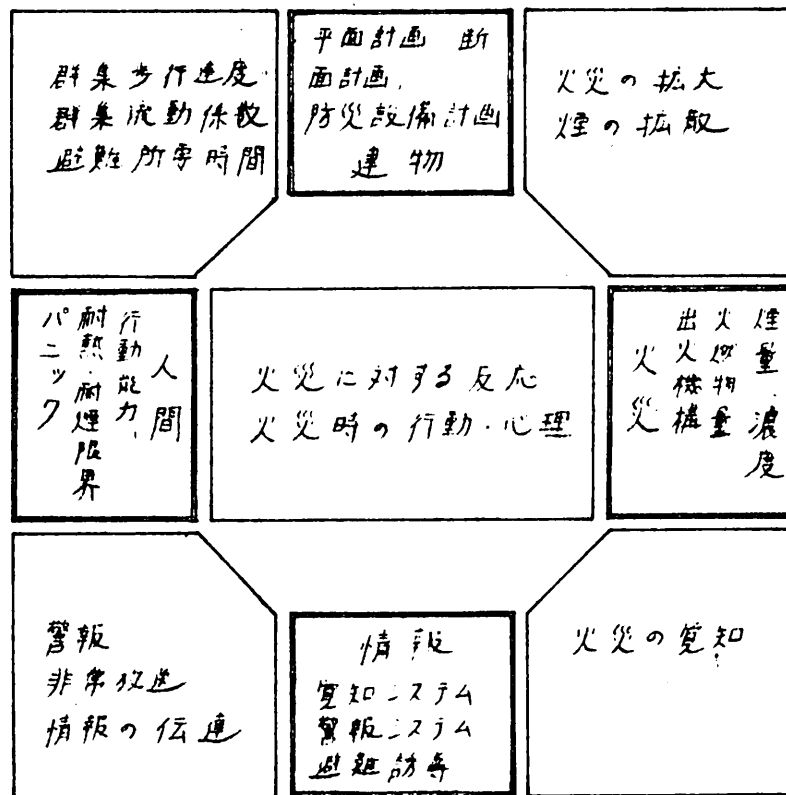


図0-1 避難の要素, その相互作用

しかし、これら4つの要素は個々に作用するのではなく、これらの相互作用が避難という全体のシステムの中で作用することとなる。従って、これら個々の要素の研究はもちろんであるが、その相互作用の研究が重要となってくる。

従来の研究は、建物を中心とした火災—建物系、建物—人間系の研究が主であったが、ここでは情報とも含めた人間—火災系の研究を中心とし、避難計画の基礎事項と形成することと目的としている。

1977年 2月10日

第1章

火災事例について

第2章 火災時の行動・心理について

第3章 避難シミュレーション

1-1 概説

ここでは人々の避難ということを中心に火災事例の調査と行なった。避難計画・防災計画の問題点を如実に示しているのが過去の火災事例であり、今後の為に十分参考になるが、なぜ避難できなかったのかと考察する場合、我々は周囲の状況などから死者として語らせているのであり死者が語っているのではないことに留意しなければいけない。

また、なぜ避難できなかったかという避難計画にとつていわばマイナスの面からの考察とともに、なぜ避難できたのかというプラスの面からの考察も重要である。しかし、種々の記事にプラスの面からの記載が乏しいのは残念である。

事例は、日本の今までの主なものと、外国（主として米国）の高層ビルを扱っている。高層ビル火災は日本ではまだあまりなく、今後の参考になるものと思われる。

出典は日本の場合、消防日書、火災学会誌、新聞等による。外国の場合はNFPAによる“Fire Journal”誌（1970～75）による。（注）

（注）翻訳・検討は荒木・松本・嶋原・上原の4人が行ない、嶋原が主としてまとめたものである。

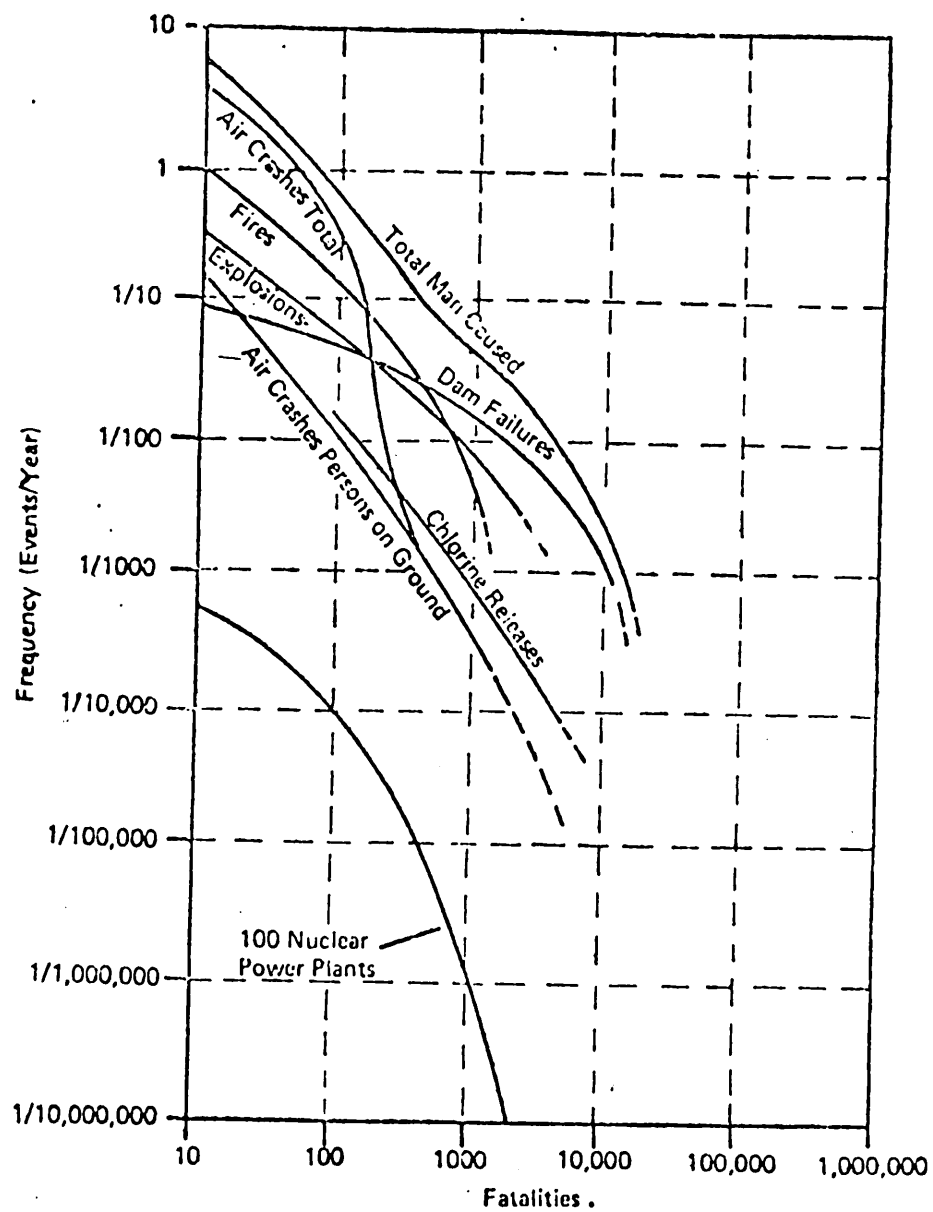
1-2 日本の火災事例

1963年から1976年前半まで全部で45例を調査した。1年に1度か2度の割合で10人以上の死者を出す火災とあこしている。米國MITのラスムッセン教授のレポート(次頁参照)によれば、米國で1度に10人の死者を出す火災の確率は1年に1回であり、日本の場合とほぼあっている。また、100人の死者を出す火災は日本では十日ビル、大洋デパートと相ついたが、それ以外に多く、次表による8年に1回ともあっているようだ。

死者の出た階は、

火災階より上階	334人	
火災階	42人	
火災階より下階	7人	(エレベータで上った人と 地階で死んだ人)
	<hr/>	
	383人	

とほとんどが上階である。また、383人のうち218人は十日ビルと大洋デパートの火災であることも特徴的である。



Frequency of Fatalities Due to Man-Caused Events*

MIT ラスムッセン教授

「ラスムッセン・レポート」 1974.8.15

による。

No.	日付	建物名称	階数	出火階	延焼規模 m ² , 階	死者数	出者の出と階		備考
							下	出上	
1.	630822 12:56	西武百貨店	8 B2	7	10,250 7,8	7	4 →3	火災の急拡大 エレベータの火災 階ごとの停止	
2.	640213 15:33	松屋百貨店	8 B3	5	3,862 5~7	0		101人が避難	
3.	641221 1:10	池袋デラックス クロン	4 B1	B1	550 B1	1	1	熟睡していて火災 に気付かず	
4.	650410 12:37	東急ビル	9 B2	7	2,754 7,8	0		57人が避難した が階段と使用でき たのは10人。	
5.	651001 11:26	滋賀県庁	4 B1	2	151 2	3		3 煙の急拡大によ (4) り逃げ場を失い 飛び入り。	
6.	660109 0:58	川崎金井ビル	6	3	692 3~5	12		12 煙にまかれる (6) 避難中をうら らしい	
7.	660311 3:40	水上温泉ホテル	3 B1	1	1,400 1~3	30		30 就寝中であり意知 (2) (3) が退けた	
8.	670405 8:50	京都国際ホテル	10 B1	1~2階 の間の エレベ ーター 内	356 8~10	0			
9.	671228 22:10	下田グランドホテル	6	3	4,348 3~6	0			
10.	680225 6:30	大伊豆ホテル	5 B2	B2	1,200 B1, B2	2		2 煙の急拡大によ (5) り	
11.	680313 12:45	有楽ビル サウナ	11 B5	2	31 2	3	3	サウナ入浴中 煙の急拡大によ り逃げられず	
12.	680314	アローズ会館	9 B3	1	1,233	0			

No.	日付	建物名称	階数	出火階	延焼規模 m ² 、階	死者数	死者の出た階		備考
							下	上	
13.	68/1/02 2:30	有馬温泉池の坊	3 B2	B1	6,950	30	30	(2) (3)	就寝中のための寛 知が遅れる
14.	690/1/09 4:25	日本青年会館	5 B1	5	440 5	3	3		就寝中のための寛 知が遅れる
15.	690205 21:00	盤光ホテル	3	1	15,511 1~3	30	26 4	(3)	火災の急拡大 パニックがみえる
16.	690501 17:10	蒲田文化会館	5	1	1,782 1~3	0			
17.	690505 14:20	中部日本放送	6 B1	B1	B1~2	0			
18.	691127 10:32	別府鶴見園ホテル	5 B1	2	910 2~5	2	2		煙の急拡大
19.	691205 20:40	東急東横店	11 B2	B2	189 B2	0			
20.	700206 3:15	豊栄デパート	7 B1	B1	2,382 B1~5	0			
21.	700909 15:57	野沢屋デパート	8	5	182 5~8	1			消防作業中にヤ ケと見つ
22.	701126 18:32	新世界ビル	7	6	6,200	0			
23.	701226 14:30	水戸中央ビル	7 B2	B1	10,476 B1~7	2	2	(B2)	B2にとり残され 逃げられなくなる、E
24.	710101 22:00	姫路国際会館	4	2	1,844 2~4	2	2	(3)	4階にいたが、3 階までしか行かず 煙にまかす

No	日付	建物名称	階数	出火階	延焼規模 ㎡, 階	死者数	死者の出た階 下 出 上	備考
25	7/0/02	新和歌浦旅館	3	2	3,013	16		深夜で就寝中の との発知が遅れた
26	7/0/28 0:15	修善寺温泉旅館	5	3	100 3	2	2 (4)	就寝中の発知の 遅れ
27	7/0320 14:15	桐沢ビル	6	1	137	1	1 (81)	1度避難のため サイフをとり戻りに戻り 死亡
28	7/0512 1:22	田畑百貨店	8 B3	1	9,380 1~5	1	1 (4)	下階へ逃げられず 上階へ行くつとめ 8階で死亡
29	720225 6:30	椿グランドホテル	7	2	11,120	3	3	発知の遅れ
30	720330 14:44	中野ユニオン	6 B1	1		2	2 (4)	階段がすく使用 不能になる
31	720513 22:27	千日ビル	7 B1	3	8,763 2~4	118	118 (7)	
32	730308 3:21	済生会八幡病院	5 B1	1	890 1~4	13	13 (4)	火災・煙の忌避 人
33	730528 10:00	第6ホルスタールビル	8 B2	4	285 4.5	1	1 (5)	死者は就寝中 たよう
34	730618 4:20	釧路オリエンタル ホテル	6	1	686	2	2 (4)	発知が遅れ甚 なことにのちれる
35	730925 6:00	西武高槻 ショッピングセンター	6 B1	B1	29,000	6	4 (4)	仮眠中であり発 知が遅れる
36	731129	大洋デパート	9	2	13,587 3-9	100	100	パニクがある

No.	日付	建物名称	階数	出火階	延焼規模 m ² , 階	死者数	死者の出火階 下 出 上	備考
37	740126 10:48	尾道湯浅病院	7	2	340	2		重病人のため、死者 避難できなかった
38	740217 23:52	神戸デパート	7 B1	1	6,289 1~5	1	1	死者目撃が放火犯 であった
39	741119 9:28	古河総合ビル	9 B4	B4		0		1100人の人が 避難
40	750208 22:25	愛知がんセンター	8 B1	B1	81 B1	0		5F以上に取り残 された人があり、ハ ンコ車での救助
41	750301 2:40	池袋朝日会館	7 B2	2	811 2,3,6,7	5	5 (3) (5)	愛知の通れ
42	750707 4:30	山代温泉ホテル	4	2	4,542 2~4	0		400人が非常ハル により避難
43	750711 2:22	銀座共同ビル	5 B1	2	170 2~3	0		4人が煙にまかれ ハンコ車により救助 された
44	750907 4:37	日本橋野沢ビル	8	7	16 7	1	1→ (3)	3階から人がエレ ベーターで出火階へ行 き逃げた。途中エレ ベーター止まる
45	760610 5:00	石和グランド ホテル	4	2	35 2	0		2~4階 143人 の客がいた。全員 避難(バルコニー)

(2) 松屋百貨店の火災では、101人の人が無事に避難しているが、避難できた要因の一つとして全員松屋の建物について精通していたということがあげられている。これと対照的なのが(15)滋賀県庁の火災であり、これは火災の急拡大もさることながら職員らがこの建物に引越してきたばかりで勝手がわからず逃げ遅れたのも死者と出火原因となっているようだ。重傷を負った避難者の1人は、「廊下に出ようとドアをあけたら火が吹き返ってきた。引越したばかりで建物の構造もわからずよけい混乱した。」と述べている。その他にも多くのホテル旅館火災で建物に精通していることの問題点が出ている。これとしてみると、建物への精通度というのは避難時の心理のみならず避難行動そのものへも影響を与える重要なファクターであることがわかる。

就寝中のため覚知が遅れ避難できなくなったという事例は、

- (7) 水上温泉ホテル、(13) 有馬温泉池の5F、(14) 日本青年会館、
 (25) 新和歌浦旅館、(26) 修善寺温泉、(34) 釧路オリエンタルホテル、
 (35) 西武高槻ショッピングセンター、等数多く、しかもホテル・旅館が目立つ。ホテル・旅館は上述の精通度の問題もあり、
 そうの悪条件が重なっていると言えよう。従って夜間の防

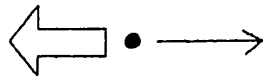
火体制、避難体制というものをしっかりと作っておく必要があることは言うまでもない。この種の火災では非常放送と聞いた、聞かぬの問題が出てくるが、火災の際は避難する方も避難誘導する方も尋常では無いので人間に多くと頼るわけにはいかず、ある程度自動化された機械を使うりすることが必要なのでは無いだろうか。

(8) 京都国際ホテルの火災では、内部階段に逃げられなかった多くの人が、窓からベランダに逃げ、そこで消防隊に救助されている。高層ビルでのベランダ・庇等の有効性がはからずとも証明されたわけであるが、(7) 水上温泉ホテルの火災ではこれがもっとはっきり示されている。即ち同じ階にあり、しかもすぐ近くの部屋であるのに、バルコニーに面した4部屋では25人すべて避難でき、バルコニーのなかった部屋では15人中14人死亡している。その上の階でも、バルコニーのある部屋の上は下階のバルコニーに飛びおり28人中1人死亡であるのに、バルコニーのない部屋は15人全員死亡している。

通常、避難計画では2方向避難がよく言われるが、ホテル旅館等の廊下から各部屋へアクセスする型式の建物では、廊下が煙に満たされてしまえば、2方向避難は全く意味をなさなくなるでしょう。従ってこのような建物では、外気に面した

方向に さらに第3番目の避難路を設けておくことが必ず
不可欠である。

一般的に言って、ある避難方向を決めた場合、それと 180°
反対の避難方向と作っておくことが、避難計画の最も大事な
点のものではないだろうか。(建物のあらゆる角でクシの妥協も
許さず)



1-3 外国の火災事例 (高層ビル)

1) 集合住宅

No.	日時	建物名称	階数	出火階	出火場所	延焼規模	死者数	死亡場所	備考
1.	670207 22:00	Walter Brag Smith Apa. アラバマ州	10 PHI	PHI	センターコア 付近	ペントハウス 全体	25 (10)	ペントハ ウスの1階	
2.	680510 10:00	Morrill Tower オハイオ州	24	17	部屋の中	出火室と 付近の通路	0		
3.	680522 5:36	Lincoln Tower オハイオ州	24	11	部屋の中 リビングルーム	出火室と 付近の通路	2 (11)	出火室の ベトナム	煙により 閉じこめら れる
4.	690124 1:27	Hawthorne House イリノイ州	39	36	部屋の中	出火室と 付近の通路	4 (36)	出火室 出火階の 別室	就寝中
5.	720322 21:45	William Sloane House ニュー・ヨーク	14	7	エレベータ ロビー		4 (7)	室内 通路	死者は 老人
6.	721130 2:00	Baptist Tower	11	7	部屋の中	出火室と 通路	11 (7) (10)		就寝中
7.	721215	ニュー・ジャージー の Apartment	19	4	部屋の中	出火室	1	出火室か ら飛び降り	消防士が 死亡。
8.	730108 10:00	Residential Care Facility ウィスコンシン州	10	4	部屋の中	出火室と 通路	3 (4)		
9.	750121 早朝	ニュー・ヨークの Apartment	18	13	部屋の中	出火室	1 (13)	出火室	
10.	750318 18:00	West View Homes ニュー・ヨーク	14	11	部屋の中	出火室と 隣室の1部	2 (11)	出火室	
11.	750213 13:15	Espelande Apa. シカゴ	29	17	部屋の中	出火階と その上階	1 (17)	出火室	

12.	750722 11:24	MIT 学生寮 マサチューセッツ	24	19	階段室付近	通路の 1部	1 (19)	エレベータ ロビー	
-----	-----------------	---------------------	----	----	-------	-----------	-----------	--------------	--

1. 消火通報の手順が悪く、多くの人は煙が階段室に充満してのち火災に気づき、避難が遅れた。出口がコア部にしかなく、あとは煙に追いつめられるばかりとなり、多くの犠牲者を出した。我が国の十日ビル火災と似た状況である。

2. 出火室には誰もいず、出火後1時間近くたつてから発見された。発見者はその部屋のドアをあけたまま逃げたので、火災が通路にも広がった。ドアをあけるければ、火災は出火室のみに止まっただろう。

3. 放火による火災。就寝中であつた為覚知が遅れ避難できなくつてゐる。

4. 出火室の住人が出火室のドアをあけたまま逃げた(死亡)ので、火と煙が拡散し、就寝中であつた他の住民にも被害をもたらしめた。

5. 夜であったこともあり、煙がかり広がり、そこから火災に気付いたので、多くの人が逃げ遅れ、自室のコンパートメントに閉じこめられた。はしご車により救助された人もいたが、4人が煙により死亡した。
6. エレベータで火災階へ行った警備員がエレベータ内で死亡。出火室の住人はいったん避難したが物とりに戻って死亡。このときドアをあけたままとしていたので被害が大きくなった。
7. 出火室の住人を救出に行った消防士が死亡している。
8. 自力で消火しようとして失敗。そのままドアをあけて逃げたので、煙によかれて死亡した。
10. 出火室のドアが自閉式であった為、通路への延焼はなかった。出火室の老人は自殺の為火をつけたものと思われる。煙はかり広がり他の1人も煙の為死亡した。
11. 発火した時臭で煙に気づき、通報避難したがものごとりに出火室に戻り煙によかれて死亡した。自閉式ドアであったため、通路への延焼はなかった。

12. 出火階にいた人は警報により気付いたが、その時は通路に煙と熱気が満ち避難できず自室に閉じこめられたがそのうち消火され助かっている。死亡した1人は火災の様子と見に通路へ出て煙にまかれた。センター・コアタイプでそのコア付近の火災であった為他に逃げ道がなかったものと思われる。

11) 事務所ビル

No.	日時	建物名称	階数	出火階	出火場所	延焼規模	死者数	死亡場所	備考
1.	700805 17:45	One New York Plaza ニュー・ヨーク	50	33		33~34階	2 (33)	エレベータ 付近	33階 工事中
2.	681205 14:00	Atlanta Gaslight Tower アトランタ	24	20	事務室内	出火室付近 の4室	4 (20)	出火室と その隣室	工事中
3.	701204 9:50	ニュー・ヨーク のオフィスビル	47	5	ショールーム		3 (5)	エレベータ 内	工事中
4.	720127 16:28	モントリオール のオフィスビル	10	2	通路	2階全焼	5 (2) (8)		2人の物 を奪りに 戻り、2死
5.	721105 4:40	John Hancock Center	100	96	カクテル・ラウ ンジ	96~97階	0		
6.	721129 13:00	Ravlt Center	16	15	集会室	15~16階	6 (15)	飛びおり エレベータ内	死者のつ ま3人は エレベータ
7.	730625 15:20	Pima Country Administration Buil.	11	4		4~6階	0		放火
8.	731110 21:56	Royal Trust Tower トロント	43	27	郵便室	27~28階	0		
9.	741124 10:00	Century City Office Buil. ロスアンゼルス	15	8		8階	0		
10.	750213 23:55	World Trade Center ニュー・ヨーク	110	11	ファイル室	11~16階	0		
11.	750227 0:00	ニュー・ヨーク の電話局	11	B1	ケブル引 込室	B1~2階	0		
12.	750417 9:04	World Trade Center	110	5	階段付近	出火室のみ	0		

13	750711	スクイップビル ニュー・ヨーク	34	18	階段付近	出火階の コア周辺	0		内装 工事中
----	--------	--------------------	----	----	------	--------------	---	--	-----------

1. 改装中の火災。埋め戻しとしている電話ケーブル、空調ダクトのすきまから火災は上階へと広がる。1階から39階へエレベータで行こうとした人が、出火階でエレベータが止まり死亡。出火階にいた人は全員避難している。
2. 内装工事中の火災。引火性接着剤の発火により出火直後一瞬のうちに火の海に入り、付近にいた3人が逃げられず死亡した。我國の西武百貨店の火災と酷似している。
上階の人はエレベータを用いて避難している。
3. 上階からエレベータで避難しようとした人が、火災階でドアが開き死亡している。一方火災階に出口の近いエレベータを用いて避難した人は全員無事であり明暗を分けている。階段及び空調ダクトが煙の伝播とした。
4. 階段、空調ダクトにより煙が全館に広がる。死者のうち1人は消火作業中、2人はものを取りに戻って死亡している。他の

こゝは出火階及び上階で煙にまかれている。

5. 熱感知器連動で防火戸が閉まり、また排煙設備も働き、各防火設備が適切に作動した。
6. 死亡者のうち3人は下層階からエレベータで出火階へ行き、ドアが開いたとたん熱風と煙により死亡。他の3人は出火階にいて覺知が遅れ避難できずに死亡した。なお、大半の避難終了後、出火階の階段室のドアと誰かがあけてしまったので、その後階段が使用不能となり、8人が屋上へ避難することとなった。
7. 放送により出火場所と避難路の指示が与され、全員無事避難した。エレベータは停止させた。
9. 階段室が完全に防火区画されていた為、火災時約2000人の人々がいたが、全員安全に避難できた。
10. 夜間のため、人はいなかった。電話ケーブルの端子箱からケーブルごとくに10階から16階まで延焼した。

12. 出火発付近の階段室のドアが開いていた為、階段つたいに煙が上階へ拡散した。この際放送が適切でなかった為、多くの人々が不安を感じ、パニック状態となった。火災避難時の情報の重要性があらためて認識される。なお火災そのものはたいしたことがなかった。

13. 上下交通路がコア部分に集中しており、しかもその階段室付近で出火した為、2つあった階段が早期両方とも使えなくなり、多くの人々がビル内にとり残された。

こつして外国の高層ビル事例と見てくると、出火室のドア、あるいは出火階の階段のドアを閉めるかたがために被害が大きくなり、どこから死者を出した、ということが目につく。

出火室のドア、あるいは階段室のドアは必ずしめておかなければいけないということと徹底させるべきだが、火災時に動転している人間にどこまで期待できるかは疑問が残るところである。従つて、ある程度の機械力に頼ること、あるいはドアを閉めることと社会通念として個人のレベルにまで徹底させてしようことが必要であると思われる。

World Trade Center では放送の不十分により避難に大混乱を生じているが、これなど、避難誘導にも機械により自動化されたシステムの導入を計るべきことを示唆しよう。

エレベータを使ったことにより死と紹介したケースもかなり出ている。これを詳細に見ると、実は避難のためにエレベータを使ったのではなく、火災と調査に行く為の下階から火災階へ向つた場合が多いことがわかる。これは日本でも西武デパート、日本橋野沢ビル等同様の場合が出ている。下階では上階の火災の様子が全くわからないこと(さほど重大とは考えられていないで

あろう)、普段エレベータを使用していること、高層であること、階段は上からの避難者が使っている場合があること、等によりエレベータを使うものと思われろが、現在の段階ではエレベータ使用は非常に危険であることと認識しておく必要がある。また出火階の火災状況と把握できる何らかの情報システムを開発することも必要であろう。

非常時には、避難する側も、避難誘導とする側も共にあわてているのであるから、前にも述べたようにできる限り人間の手を入れたい自動化されたシステムと作っておくことが必要であると思われる。しかし災害は予期しえられないことも起るのが常であり、そのまゝプログラムに入れておくことはいけないとの議論もあるが、その時こそ人間の手と借りるべき時であり、その為には平常時の自動化は少なくし、常日頃からそのシステムを自らの手で動かす、システムに精通していることが必要であろう。自動化は物事を忘れさせる。平常時は自動化とできる限り少なくし、非常時こそ自動化すべきである。

(補足) 日本の超高層ビル火災事例 (注)

No.	日時	建物名称	階数	出火階	出火場所	備考
1.	710325 8:20	霞ヶ関ビル	36	7	倉庫	煙感知器, スプリンクラー作動,
2.	710902 20:18	世界貿易センタービル	40	33	エレベータホール	スプリンクラー作動
3.	720320 7:30	世界貿易センタービル	40	5	空調機室	消火器, 屋内消火栓により初期消火
4.	721016 9:37	世界貿易センタービル	40	13	電気配管スペース	煙感知器作動
5.	721201 0:50	霞ヶ関ビル	36	B1	倉庫, 更衣室	煙感知器作動
6.	760326 21:15	霞ヶ関ビル	36	B1	調理場	消火器で消火
7.	760516 17:20	ホテルニューオオタニ	40	9	エレベータホール	煙感知器, スプリンクラー作動

スプリンクラー, 煙感知器が非常によく働いていることがわかる。

(注) 東京消防庁調べ

第1章 火災事例について

第2章

火災時の行動・心理について

第3章 避難シミュレーション

2-1 概説

避難と形づくっている相のうち、火災-建物系、人間-建物系の事柄は実験等によりある程度物理的に把握でき、またその結果を利用してシミュレーションを行なうこともできるので、今よびにいろいろな分野で数多くの研究が行なわれてきている。

しかし、人間の火災に対する反応即ち行動、心理等を中心とする人間-火災系の話は実験を行なうということができず、また人間の内面の問題を含んでいるという点で、それを明らかにするのは非常に困難を含んでいる。実際の火災状況の下でのみそれに対する解答が見出せるのである。〔しかし、行動時の行動、心理というものは、火災状況と1対1対応とをなすものではなく、1つの状況に対していろいろの反応が考えられるという1対多対応になつており、そこに確率論の考え方を導入することが必要であろうと思われる。〕

従つて、数々の火災事例からそこで避難者の行動と抽出し火災時の人間行動の特色と握むことが行なわれてきた。しかしこれはあくまで行動の特色であり全てではないことと明記しておきたい。

2-2 Bビル火災の避難者に対するアンケート調査について

火災時における人間の心理、行動、及び避難状況等の把握と目的としたアンケート調査が、昭和50年11月20日(木) 11時57分頃火災を起こしたBビルの避難者に対して行われた。この火災は地上9階地下2階建ての地下1階から発生したものであり、地下1階のうち180㎡焼損という火災としては小規模のものであったが、煙がほぼ各階に及び約500人という大量の避難者を出したことで注目に値する。アンケート表はこのうち369名から回収された。

これまで、これ程大量の避難者から詳細なアンケートをとった例は多く今後とも貴重な資料になるものと思われる。

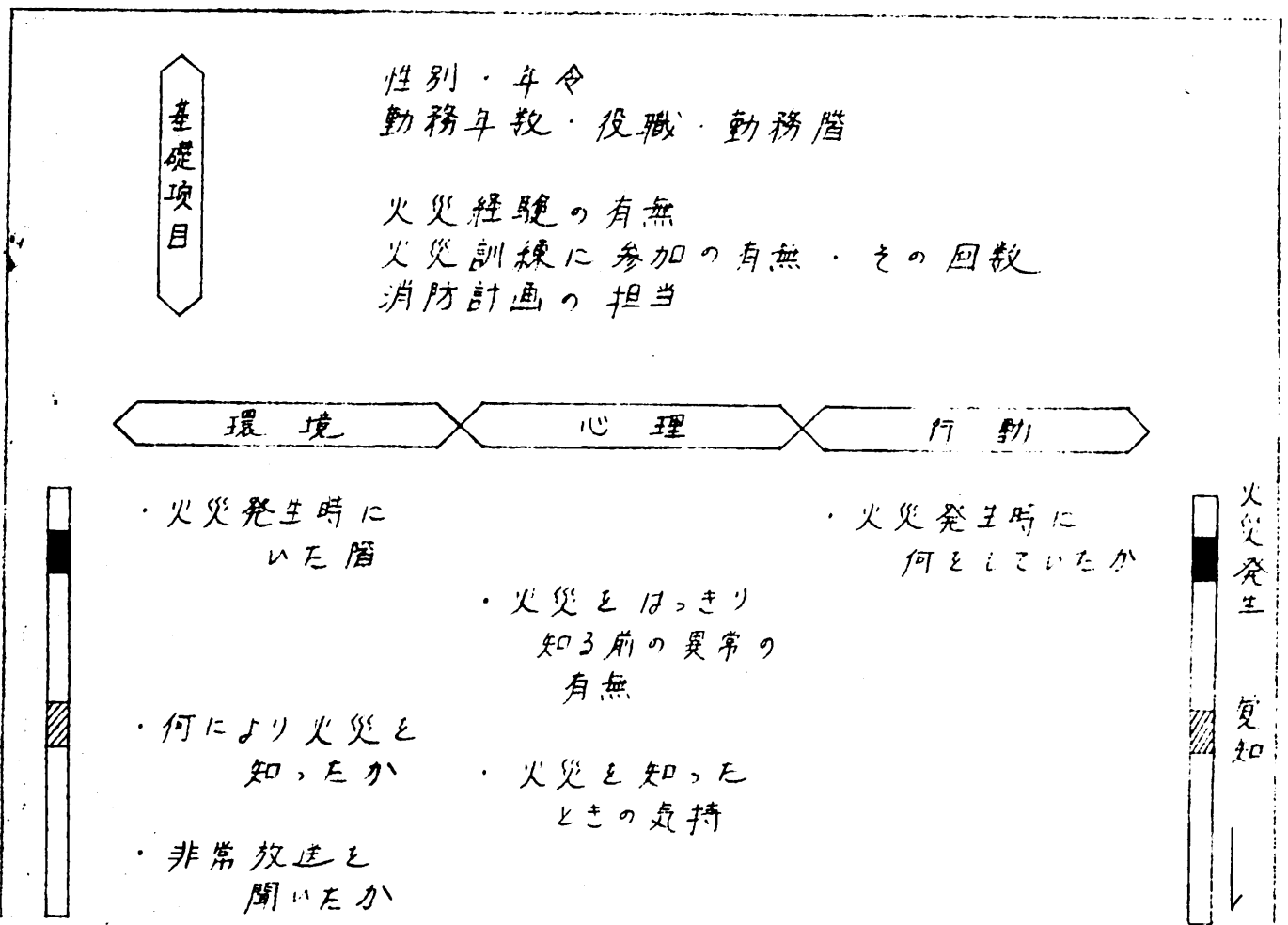
(注) なお、このアンケートは東京消防庁により作製、配布、回収され、筆者がそのデータを借用し、集計、分析したものである。

§1. アンケート表について

アンケート表は 性別、年齢と含めて 大きく分けて 26項目
さらに その中と細かく分けて 65項目の 質問事項から 成り
立っており、それらの大部分は 選択式の 設問となっている。

質問は 性別、年齢等の 基礎的な項目、避難時の心理に
対する項目、避難時の行動に対する項目、及び避難者のまわ
りの環境に対する項目の 4つに 大別できるものと思われ
る。これを 図示すると、次の図2-1 のようになる。

図2-1 質問項目の分類



環境

心理

行動

- ・ 避難動機
- ・ 避難路の混雑度
- ・ 煙が見えたか
- ・ 煙の状況
- ・ 煙に気付いた場所
- ・ 避難のときの気持ち
- ・ 火災階を知っていたか
- ・ 火災発生後の第1の行動
- ・ 避難場所の選定
- ・ 避難経路の混雑
- ・ 避難人数
- ・ 避難終了までの時間
- ・ 消防計画の任務分担と遂行できたか
- ・ 訓練通りに逃げられたか
- ・ 火災後ビル内に戻ったか

避難完了

録火

なお、アンケート表の詳細は巻末と参照されたい。

§2. Bビル及び火災状況について

Bビルは、都内にある典型的事務所ビルであり、地上9階、地下2階のうち、3階から9階までが事務室、2階が美術館、1階が銀行、地階はレストラン、機械室等が占めている。

火災当時は地下2階、地下1階、及び3階が工事中であり、火災は地下1階の工事の溶接火花によるものと考えられている。

以下に、Bビル及び火災状況の概要を示す。(注)

1) Bビル概要

i) RC造 地上9階 地下2階建て

ii) 用途 事務所ビル (1階は銀行、2階は美術館、
地下1階はレストラン等)

iii) 建築面積 2179 m²

延面積 24567 m²

iv) 屋上から隣接ビルに対して避難橋が渡されていた。

v) 非常放送設備は全館に設置されていたが、地下1階、地下2階、3階は工事中のためスピーカーが取り付けられていなかった。

(注) 東京消防庁調べ

2) 火災状況概要

- i) 出火日時 昭和50年11月20日(木)
午前 11時57分頃
- ii) 出火場所 地下1階
- iii) 出火原因 溶接作業の火花によるものと考えられている。
- iv) 焼失面積 地下1階部分の180m²

出火当時、同ビルには約500名の人々が在館していたが、階段と利用して地上へ、また屋上避難橋から隣接ビルへと、全員無事避難を完了している。

火災を発見したのは、地下1階の従業員であり、きなくさい臭いを感じて出火臭付近へ行き、炎を見て火災を覚知している。

この火災は火災としては小規模のものであったが避難としては大規模なものであったと言えよう。

§ 3. 分析方法 について

各アンケート項目は、巻末のアンケート表の中に示したように数字でコード化し、各人のアンケート表とパンチカードに写し、このうち、コンピュータを使って集計、分析と行った。

集計、分析方法は次の3種類である。

i) 各項目の単純集計

ii) 各項目間のクロス集計分析

クロス集計表と作製し、それに対し、カイ平方分布の性質と利用した独立性の検定と行った。

また場合によっては3項目間のクロス集計分析も行った。

iii) 数量化理論による分析

数量化Ⅱ類と用い、ある項目(外的基準)が他の項目(要因)によってどのように規定されているかと分析した。

各分析方法の詳細はそれぞれの箇所において詳述する。

なお集計、分析にあたっては、東京大学大型計算機センターの HITAC 8700/8800 OPERATING SYSTEM を利用した。

2-3 主な項目の単純集計について

すべての項目に対して単純集計を行なったが、ここではそのうち特に興味があると思われる15項目を示す。これだけを見ても、避難状況のからりの部分がかまえられると思われるが、より詳細な分析はクロス集計分析にまたねばならない。

なお、全項目に対する集計表は、アンケート表とともに巻末に付す。

1) 性別	男性	210 (57%)
	女性	159 (43%)
2) 年令	10代	12 (3%)
	20代	194 (53%)
	30代	106 (29%)
	40代	34 (9%)
	50代以上	23 (6%)
3) 火災経験	なし	284 (78%)
	1回	51 (14%)
	2回	16 (4%)
	3回	8 (2%)
	4回	3 (1%)
	5回	1 (0%)
4) 火災発生時に いた階	地下2階	7
	地下1階	12
	1階	38
	2階	4
	3階	12
	4階	31
	5階	42
	6階	20
	7階	84
	8階	58
	9階	2
	屋上	21
5) 火災をはっきり知る 前に何か異常な ことがあったか	周囲の騒ぎ	78 (23%)
	キナ臭い	88 (26%)
	煙	68 (20%)
	何も感じず	105 (31%)

火災をはっきり知る前に、約70%の人が何らかの異常を感じていたことがわかる。

6) 何により火災と 知ったか	人から聞いて	94 (29%)
	非常放送	146 (45%)
	煙を見て	83 (26%)

約半数の人は非常放送により火災と知ったが、人から聞いたリ
煙によったリしている人もかなり多い。

7) 火災を知ったとき の気持ち	非常に不安	46 (13%)
	不安	123 (35%)
	大した事無し	186 (52%)

半数以上の人がかしたる不安も感じていない。

8) 火災を知ってからの 最初の行動	火元の確認	26 (8%)
	消防任務の遂行	28 (8%)
	周囲の人々に知らせる	14 (4%)
	情報収集	22 (6%)
	避難する	101 (30%)
	様子を見る	149 (44%)

火災を知ってから、すぐ避難したり様子を見ていたりすることなく
何らかの活動にとびまわることがかなりいた (26%) ことがわかる。

9) 避難動機	非常放送	52 (17%)
	周囲の人々が逃げた	36 (12%)
	煙	113 (36%)
	上司の指示	112 (36%)

10) 避難人数	1人	36 (11%)
	2人	64 (19%)
	3人	43 (13%)
	4人	31 (9%)
	5人以上	167 (49%)

半数の人が5人以上の団体に避難を行っている。これは避
難動機で上司の指示が多かったこととも関連があろう。

11) 避難のときの気持ち	非常に不安	20 (6%)
	やや不安	156 (49%)
	普段と変わらず	144 (45%)
12) 避難を開始してから 終了までの時間 (各人の推定)	5分以内	194 (71%)
	5~10分	34 (13%)
	10~20分	36 (13%)
	20分以上	8 (3%)

大多数の人は5分以内に避難を完了しているが、それ以上建物内にいた人もかなりいる。

13) 非常放送を聞いたか	はい	211 (65%)
	いいえ	112 (35%)

非常放送を聞いていなかった人が $\frac{1}{3}$ もいることが注目される。これは一部分工事の為スピーカーがとり外されていて物理的に聞こえなかったことにもよると思われるが、周囲の雑踏によりまた心理的にあわてていたことにより実際には聞いているが、聞こえなかった人もいるのではないだろうか。

14) 消防訓練に参加 の有無	有り	283 (85%)
	無し	51 (15%)
15) 訓練通りに 避難できたか (訓練を受けた ことのある人)	はい	220 (89%)
	いいえ	28 (11%)

訓練を受けたことのある大部分の人は、訓練通り避難できたとしている。

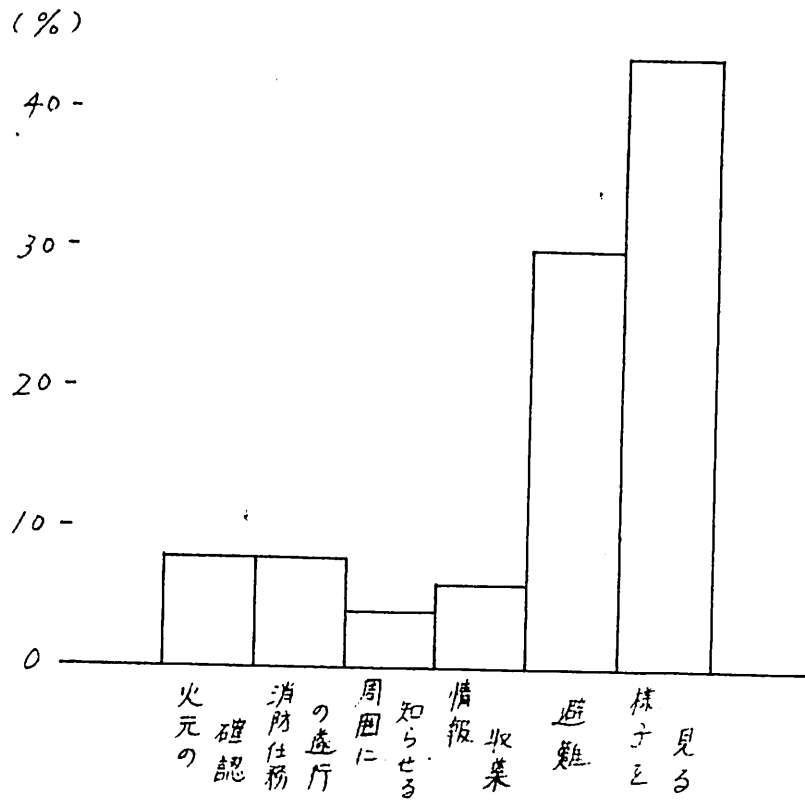


図 2-2 火災とばかり知った後の第1の行動

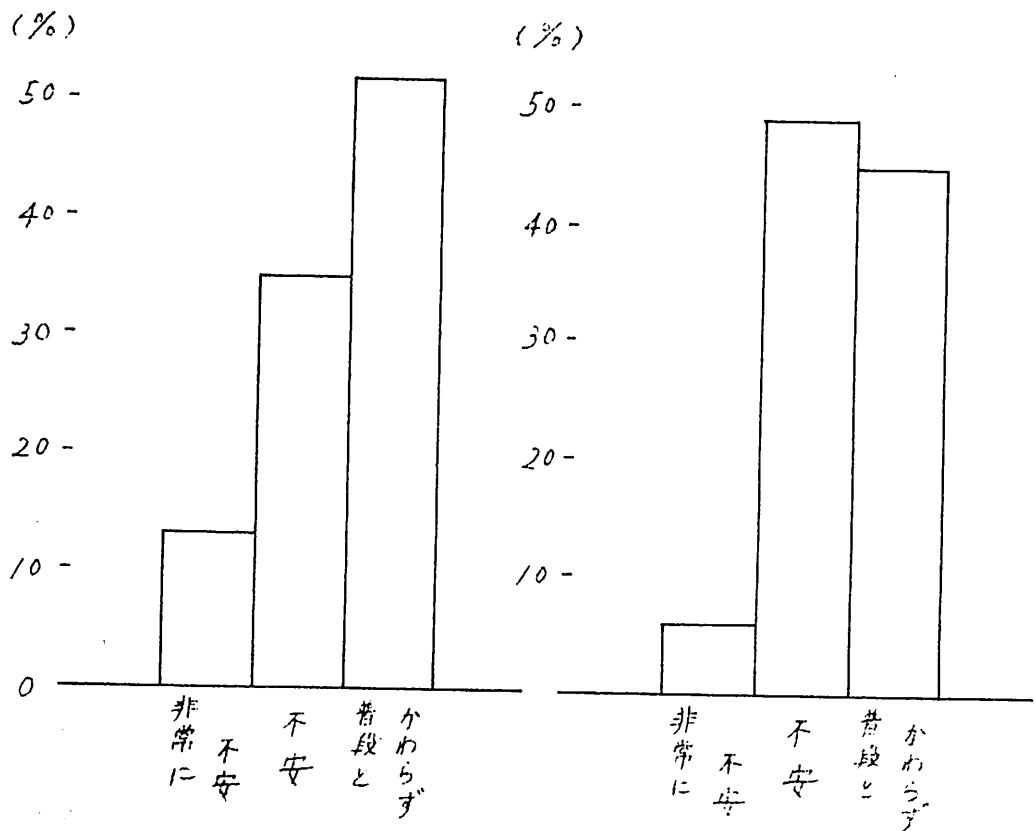


図 2-3 火災と知った時の気持

図 2-3' 避難のときの気持

以上の集計によれば、男性は女性よりやや多いがほぼ半数、年齢も20代が最も多く年齢が高くなるにつれて減ってくるという一般的傾向を示している。

火災経験回数とその人数との関係を片対数グラフで示すと下図のようになる。これを見ると火災経験有りの5人はほぼ直線上に並んでおり、確率論的を理論分布通りに

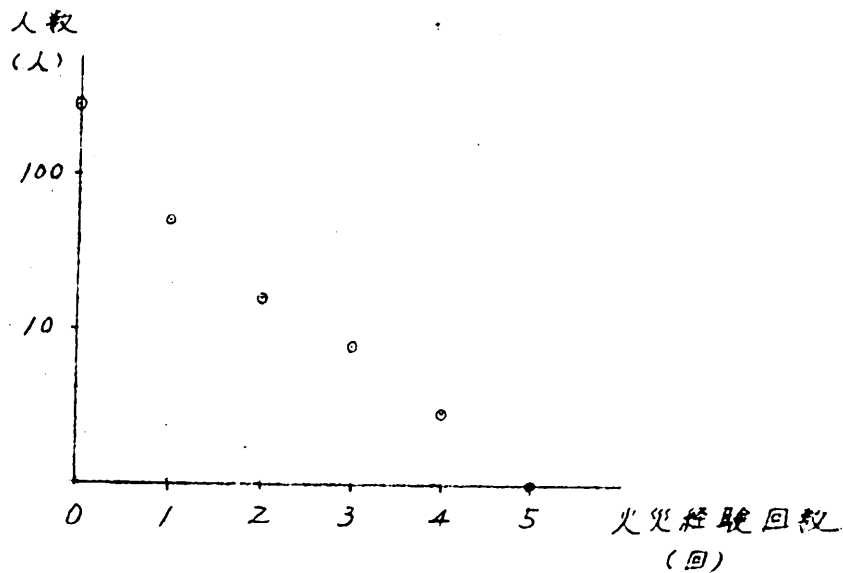


図2-4 火災経験回数と人数の関係

なっていることがわかる。

火災をはっきり知る前の異常は70%もの人が感じており人間も感知器になりうることを示している。しかし、この人間が異常を感じる段階が火災進展状況のどのあたりであるのかが大きな問題となろう。

訓練(主として避難訓練)に参加したことがある者のうち約90%もの人が、訓練通り避難をしたとしており、この

種の訓練が一応は有効であることを示している。

2-4 クロス集計分析

ここでは、アンケート各項目間のクロス集計を行なうことにより、それらの間の関係の有無と、また関係のある場合はどのような関係が存在するのかと明らかにする。

関係の有無を判断するため、それぞれのクロス表に対してカイ平方分布をもとにした独立性の検定を行なった。

§ 1. カイ平方分布をもとにした独立性の検定

1) カイ平方分布

いま 平均値 0, 分散 1^2 の正規分布 ($N(0, 1^2)$) に従う n 個の互いに独立な確率変数 $\{x_j\}$ ($j=1, 2, \dots, n$) があるとして, その平方和の量 χ^2 を考える,

$$\chi^2 = x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2$$

すると, この量 χ^2 もまたひとつの確率変数となり, ひとつの連続型の分布を定める. この分布が自由度 $\phi = n$ なるカイ平方分布と呼ばれるものであり, その確率密度関数 $f_\phi(\chi^2)$ は,

$$f_\phi(\chi^2) = \frac{(\chi^2)^{\frac{\phi}{2}-1} e^{-\frac{\chi^2}{2}}}{2^{\frac{\phi}{2}} \Gamma(\frac{\phi}{2})}$$

$$\Gamma(c) = \int_0^\infty x^{c-1} e^{-x} dx \quad (c > 0)$$

で表わされることわかつていて, 但し $\Gamma(c)$ はガンマ関数と呼ばれるものである。

この確率密度関数 $f_\phi(\chi^2)$ を図示すると下図のようになる。

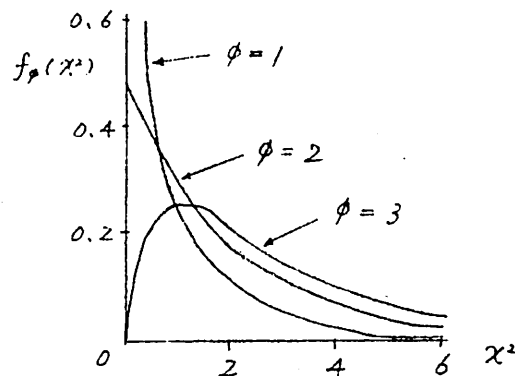


図 2-5 $\phi = 1, 2, 3$ の χ^2 分布

これらのグラフにおいて、 $\chi^2 = \chi_{\alpha}^2$ とこえる部分の面積は

$$\alpha = P(\chi^2 > \chi_{\alpha}^2) = \int_{\chi_{\alpha}^2}^{\infty} f_{\theta}(\chi^2) d\chi^2$$

により表わされるが、それを表として示したものがあり、独立性の検定においてはその表を利用する。

2) 独立性の検定

いま大きさ n の標本を A, B 兩種の属性に関して二重分類するとし、 A について k 分類、 B について l 分類を行なってみる、そして標本のうち A の第 i 分類 ($i=1, \dots, k$)、 B の第 j 分類 ($j=1, \dots, l$) に属するものの個数を f_{ij} であらわすものとする。また、

$$\sum_j f_{ij} = f_{i.}$$

$$\sum_i f_{ij} = f_{.j}$$

と表わす。これを表に示すと、

A \ B	1	2	.....	l	
1	f_{11}	f_{12}	.....	f_{1l}	$f_{1.}$
2	f_{21}	f_{22}	.....	f_{2l}	$f_{2.}$
.....
k	f_{k1}	.....	.....	f_{kl}	$f_{k.}$
	$f_{.1}$	.....	.....	$f_{.l}$	n

のようになる。ここで理論度数 f_{ij}^* と

$$f_{ij}^* = \frac{f_{i.} \cdot f_{.j}}{n}$$

と定めれば、このとき仮説「要因 A と要因 B は独立であ

る」のもとで、

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l \left[\frac{(f_{ij} - f_{ij}^*)^2}{f_{ij}^*} \right]$$

は 自由度

$$\phi = (k-1)(l-1)$$

の カイ平方分布と定めると考えられる。

以上の性質を利用すれば、我々は上式で定義された χ^2 の値を求め $P(\chi^2 > \chi_{\alpha}^2) = \alpha$ として $\chi^2 > \chi_{\alpha}^2$ ならば、仮説と棄てればよいことになる。ここに α を危険率あるいは有意水準 (level of significance) と呼ぶ

§ 2. クロス集計分析

下表に示した項目間に対して クロス集計分析を行なつた。

	1. 性別 2. 年令 3. 火災を知つたときの気分 4. 火災経験 5. 火災時にいた階 6. 火災を知つた後の第一の行動 7. 避難人数 8. 避難動機 9. 避難の時の気分 10. 避難時間 11. 訓練通り逃げられたか 12. 階段入口の混雑 13. 階段内の混雑
性別 年令 勤務年数 役職 勤務階 火災経験 火災発生時にいた階 火災を知り前の異常 何により知つたか 火災を知つた時の気分 第一の行動 避難動機 避難場所 避難人数 避難経路 階段入口の混雑 その程度 階段内の混雑 その程度 煙を見たか 煙状況 避難のときの気分	△ X ○ ◎ X X ○ X △ X X X X △ △ ◎ X ○ ◎ X ◎ X X X ◎ ○ X ○ ◎ ◎ ◎ ◎ X ○ ◎ △ X ○ X ◎ ○ X X X X △ X X X X X ◎ X X △ X ○ ○ X X X X ○ X △ X △ ○ X X X X ○ ○ ◎ X ○ ◎ X ◎ ◎ ◎ X ○ ◎ X
	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13.

→ (注1)

	1. 性別 2. 年齢 3. 火災を知ったときの気持ち 4. 火災経験 5. 火災時にいた階 6. 火災を知った後の第一の行動 7. 避難人数 8. 避難動機 9. 避難の時の気持ち 10. 避難時間 11. 訓練通り逃げられたか 12. 階段入口の混雑 13. 階段内の混雑																																																																																																																
誘導灯は見えただか 避難時間 火災階と知っていたか 煙に気付いた場所 煙状況 ・ ・ ・ の変化 サイレンを聞いたか 非常放送を聞いたか 消防計画の担当 消防任務の遂行 訓練に参加の有無 ・ 内容 ・ 回数 ・ 通り逃げられたか 鎮火後ビル内へ戻ったか	<table border="0"> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>O</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>O</td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td></td><td>X</td><td></td><td>O</td><td>(X)</td><td>X</td><td>(O)</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr> <tr><td>△</td><td>△</td><td>△</td><td>X</td><td>(●)</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>O</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>X</td><td>△</td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>(O)</td><td></td><td></td><td>X</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>					X										X	X	X	X	O	X	X	X	X										X				X	X	X	X	X	X									O		X				X		X		O	(X)	X	(O)	X	X	X	X	X	X	△	△	△	X	(●)	X	X	X	O	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	△	X					(O)			X										
				X																																																																																																													
X	X	X	X	O	X	X	X	X																																																																																																									
				X				X	X	X	X	X	X																																																																																																				
								O		X																																																																																																							
X		X		O	(X)	X	(O)	X	X	X	X	X	X																																																																																																				
△	△	△	X	(●)	X	X	X	O	X	X	X																																																																																																						
X	X	X	X	X	X	X	X	△	X																																																																																																								
(O)			X																																																																																																														
	1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13																																																																																																																

(注2)

- ◎ ----- 有意水準 0.1%
- ----- 有意水準 1%
- △ ----- 有意水準 5%
- X ----- 無関係

(注1) 避難経路と上階にとるか下階にとるかは その人の

いた階により大きく影響されるので、避難経路と他の項目とのクロス集計は行わず、その人のいた階とも含めた3項目間のクロス集計と別に行なった。

(注2) 火災時にいた階と他の項目とのクロス集計は、クロス表が大きくなり、どうしても度数の非常に小さくなるところがあるので、カイ平方分布による独立性の検定は行わず、筆者の判断による関係の有無の表示にとどめた。

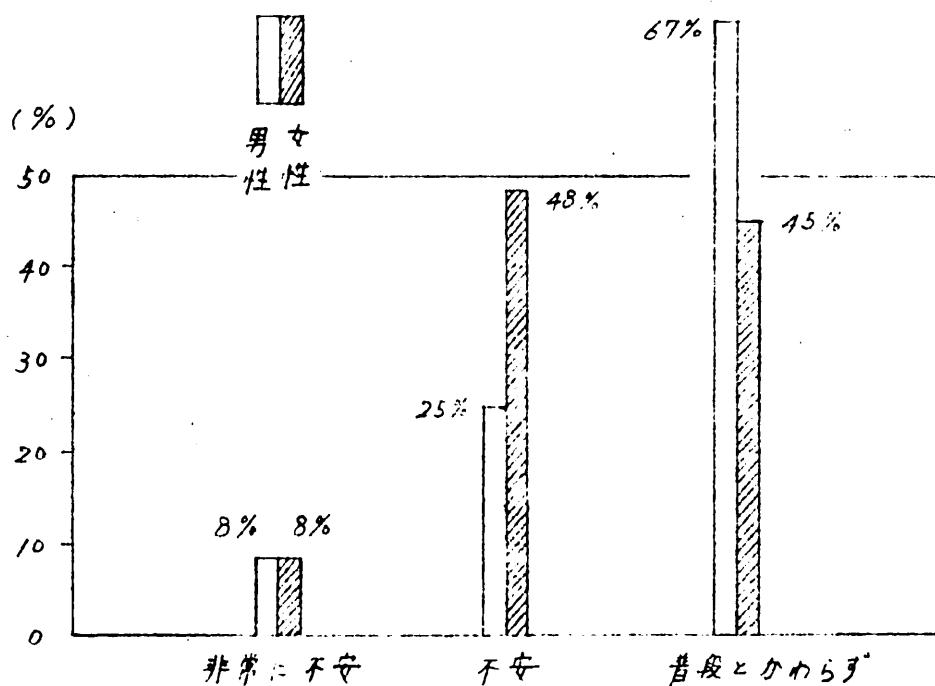
以下、それぞれのクロス集計分析に関し詳述する。

§ 3. 性別に関するクロス集計分析

1) 性別 \longleftrightarrow 火災を知ったときの気持

	非常に不安	不安	普段と変わらず	
男性	13	38	103	154
女性	11	70	65	146
	24	108	168	300

$$\chi^2 = 18.0 \quad (0.1\% \text{レベルで有意})$$



女性は男性に比較して不安を感じる人の割合が*かなり高いことがわかる。

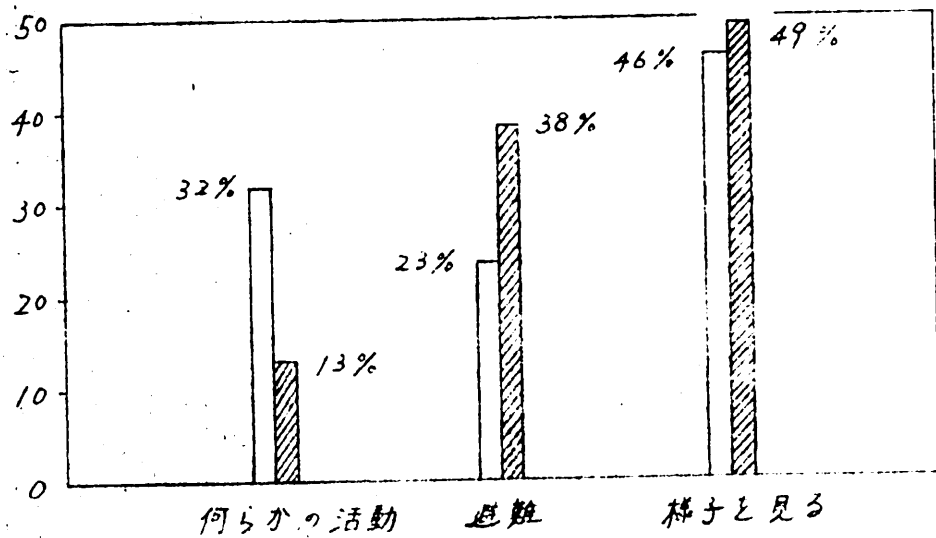
逆に普段と変わらずと答えている人は男性では $\frac{2}{3}$ もいるのに、女性では半分に満たない。

ii) 性別 ←→ 火災を知ってからの第1の行動

	何らかの活動	避難	様子を見る	
男性	47	34	68	149
女性	18	53	67	138
	65	87	135	287

 $\chi^2 = 16.7$ (0.1%レベルで有意)

(%)



何らかの活動とは、火元の確認、情報収集、自衛消防、周囲の人に知らせるなどの避難以外の活動をまとめたものである。

これによれば、男性は女性に比べ何らかの活動をとる傾向が高く、女性はすぐ避難する傾向がある。

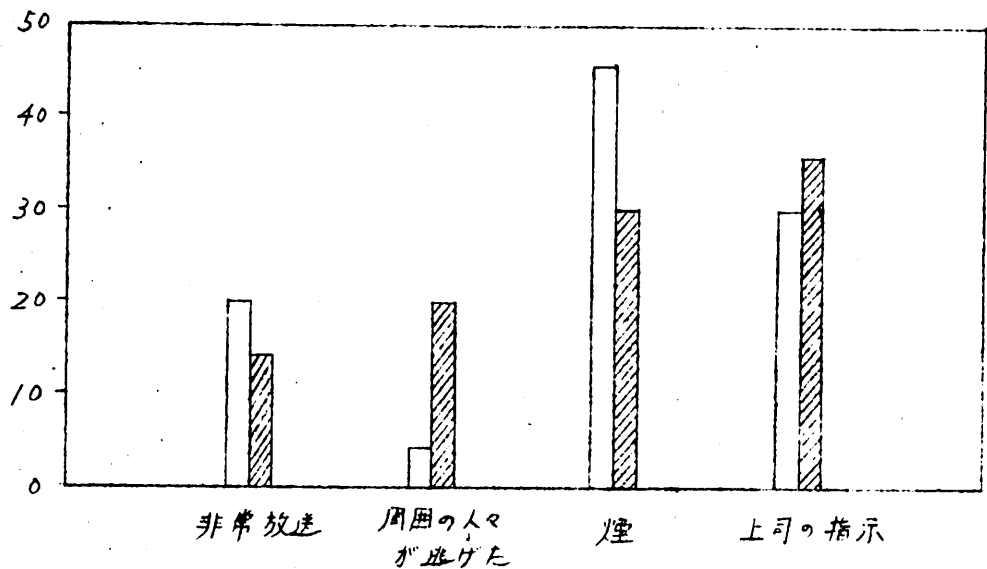
この結果は文献4)の結果とも一致し、洋の東西を問わず、同様の傾向を示すことがわかる。

iii). 性別 ← 避難動機

	非常放送	周囲の人々 が逃げた	煙	上司の指示	
男性	28	5	64	41	138
女性	19	27	40	49	135
	47	32	104	90	273

 $\chi^2 = 23.1$ (0.1% レベルで有意)

(%)

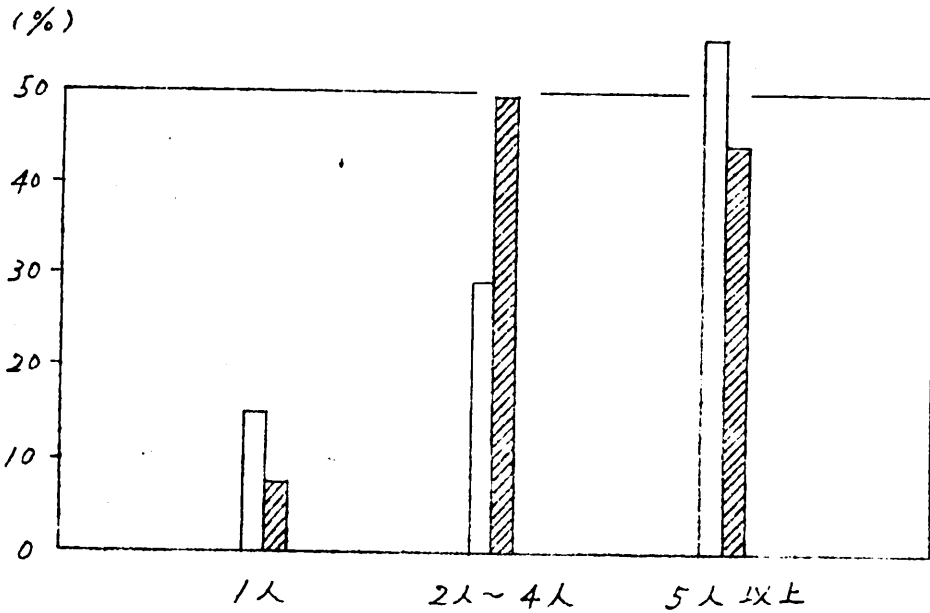


男性は、非常放送、煙等の直接的動機を避難動機にしているものが多いのに対し、女性は周囲の人々が逃げた、上司の指示等間接的動機を避難動機としているものが目立つ。

iv) 性別 ←→ 避難人数

	1人	2人~4人	5人以上	
男性	23	44	84	151
女性	10	71	63	144
	33	115	147	295

$\chi^2 = 14.2$ (0.1%レベルで有意)

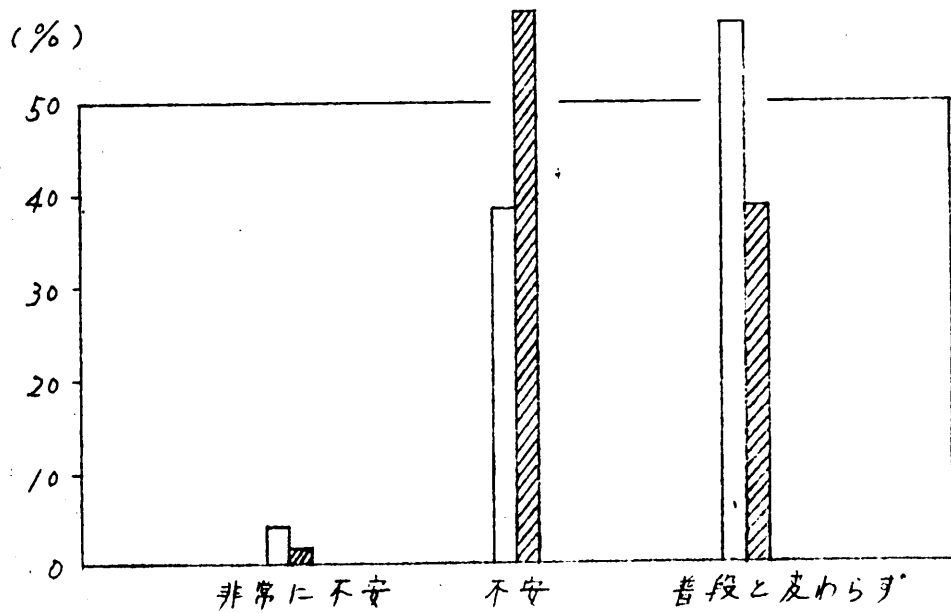


男性は女性に比べ、1人で避難するかあるいは5人以上の団
 体で避難する傾向がある。逆に女性は2~4人のグループで
 避難する傾向がうかがえる。

V) 性別 ←→ 避難のときの気持ち

	非常に不安	不安	普段と変わらず	
男性	6	55	83	144
女性	3	83	53	139
	9	138	136	283

$\chi^2 = 13.2$ (0.1% レベルで有意)



女性は男性に比べ、不安を感じる人の割合が かなり高いことがわかる。

vi) その他の分析結果

a) 性別 \longleftrightarrow 火災とは、きり知る前の異常の有無

女性は男性に比べ異常に気づいた人の割合が高かった。($\chi^2 = 9.96$, 1%レベルで有意)

異常に気づいた人の割合	男性	62%
	女性	79%

b) 性別 \longleftrightarrow 何により火災と知ったか

男性は女性に比べ非常放送、煙により知った人の割合が高かったが、女性は人から伝え聞いた人の割合が高かった。($\chi^2 = 9.17$, 5%レベルで有意)

c) 性別 \longleftrightarrow 避難路の変更

男性は女性に比べ避難路の変更とする人の割合が高かった。($\chi^2 = 9.09$, 1%レベルで有意)

避難路を変更した人の割合	男性	17%
	女性	5%

d) 性別 \longleftrightarrow 鎮火後ビル内に戻ったか

男性は女性に比べ火災鎮火後ビル内へ戻った人の

割合が高かった。($\chi^2 = 11.8$, 0.1% レベルで有意)

ビル内へ戻った人の割合	男性	18 %
	女性	5 %

vii) 性別とは独立であった(関係のなかった)項目

- a) 避難時間 (各人の避難開始から終了までの時間)
- b) 非常放送を聞いたか
- c) 訓練通り避難できたか

VIII) まとめ

このように見てくると、避難の際の男女別の特徴が明らかになるが、それをまとめると、男性は女性に比し、気持の上ではあまり動揺をきたさず、情報収集、周囲の人々に知らせる等の活動を行ない、非常放送、煙等の直接的動機で避難を開始し、単独かあるいは5人以上の団体に避難するということになる。

女性に関して特に特徴的なのは避難動機の項で、「周囲の人々が逃げたので」ということと動機にしている者が男性の4倍以上もいることである。

	男性	女性
火災を知った時の気持	普段と変わらず	不安
第1の行動	何らかの活動	避難
避難動機	非常放送, 煙	周囲の人々が逃げた, 上司の指示
避難人数	1人, 5人以上	2~4人
避難のときの気持	普段と変わらず	不安
火災をはっきり知る所の異常の知覚		多
何により知ったか	非常放送, 煙	人から伝え聞く
避難路の変更	多	
ビル内に戻, 逃げ	多	

表 2-1 男女の比較 (注)

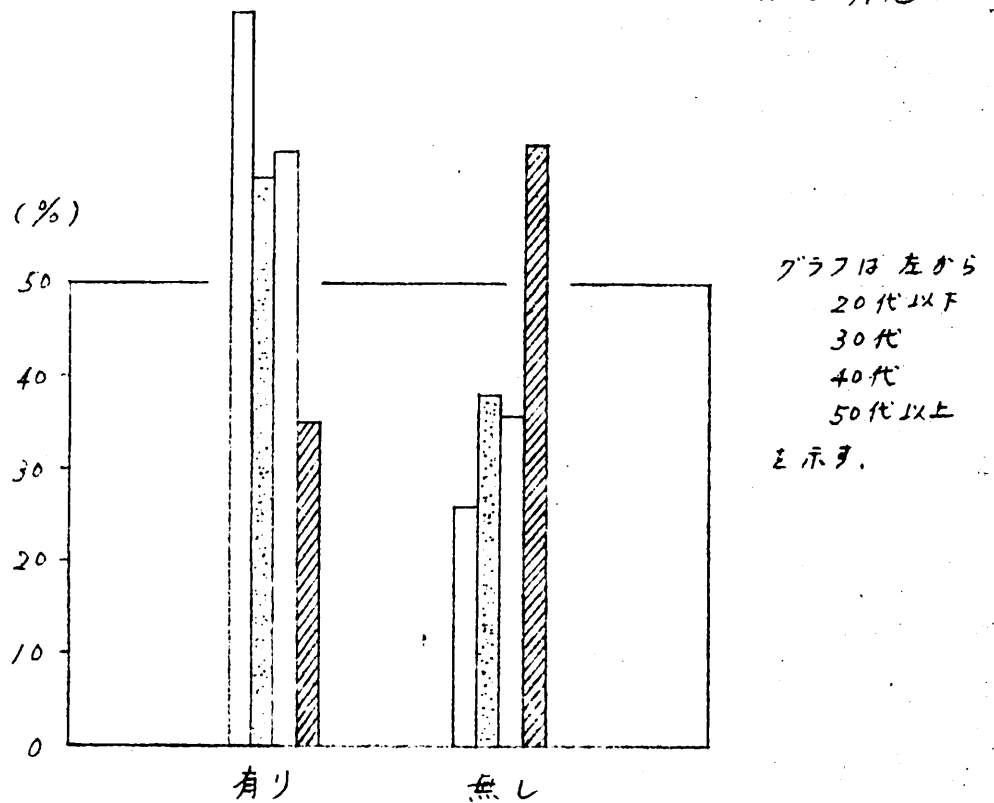
(注) この表は 今まで述べてきたこととまとめたものであるが、この表に示したものが、必ずしも絶対数の最も大きいものであるとは限らないことに注意されたい。

§4. 年齢に関するクロス集計分析

1) 年齢 \longleftrightarrow 火災をはっきり知る前の異常の有無

	有リ	無し	
20代以下	138	37	175
30代	49	30	79
40代	14	8	22
50代以上	6	11	17
	207	86	293

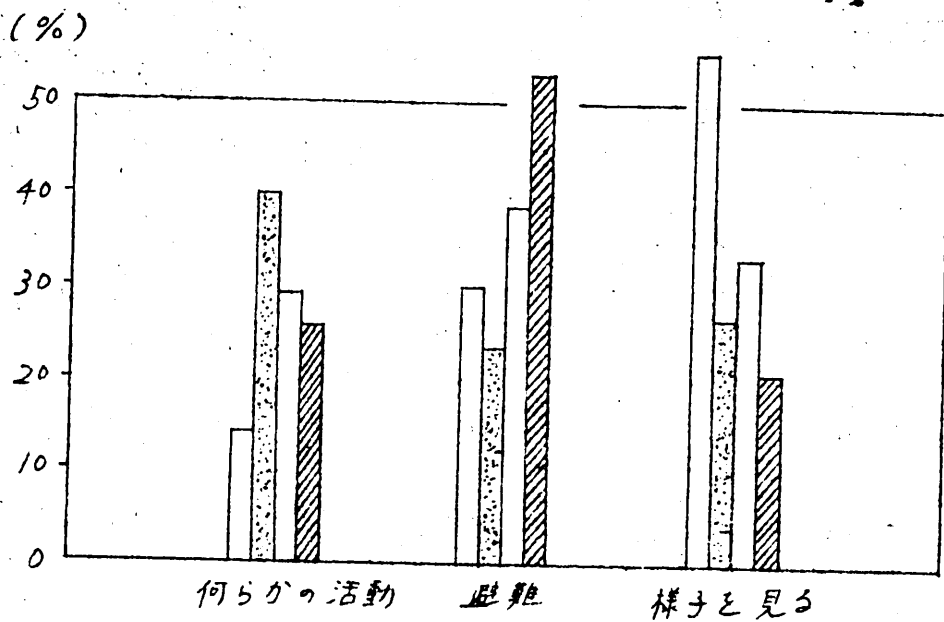
$\chi^2 = 19.2$ (0.1% レベルで有意)



異常が有リとは、火災をはっきり知る以前に、周囲の人々の騒ぎ、キナ臭いにおい、煙等により何らかの異常に気づいていたことと示す。年齢が高くなっていくにつれて、異常に気づく人の割合が少なくなっていくことがわかる。

ii) 年令 ←→ 火災と知ってからの第1の行動

	何らかの活動	避難	様子を見る	
20代以下	23	51	95	169
30代	30	17	28	75
40代	7	9	8	24
50代以上	5	10	4	19
	65	53	135	287

 $\chi^2 = 29.6$ (0.1% レベルで有意)


すぐ避難する人の割合は年令とともに高くなっていく。逆に様子を見る人の割合は年令が高くなるにつれ低くなっていく。20代以下の人は様子を見るのが半分以上もいて1つの特徴を示している。何らかの活動(火元の確認, 情報収集, まわりの人々に知らせる等)とする人の割合は30代に最も多い。

iii) その他の分析結果

a) 年令 \longleftrightarrow 何により火災と知ったか

50代以上の人は人から伝え聞いた割合が高く
(56%), 30代の方は非常放送により知った人の割合
が高い(45%)のが目立つ。(5%レベルで有意)

b) 年令 \longleftrightarrow 避難路の変更

避難路の変更としたのは30代以下の人ばかりで、
40代以上の人は全員避難路の変更なしに避難して
いる。

c) 年令 \longleftrightarrow 避難のときの姿勢

30代に「普段と変わらず」と答えた人の割合が最も多
いことが注目される。

普段と変わらずと答えた人 の割合	20代以下	45%
	30代	58%
	40代	38%
	50代以上	47%

iv) 年齢とは独立であった項目

a) 火災経験の有無

b) 避難時間

c) 訓練通り避難できたか

§ 5. 火災経験に関するクロス集計分析

火災経験の有無と関係のありきうる種々の項目に対してクロス集計分析を行なったが、有意なる関係は得られなかった。

1) 火災経験の有無と独立であった項目

- a) 火災とはっきり知る前の異常
- b) 何により火災を知ったか
- c) 火災を知ったときの気持
- d) 火災を知った後の第1の行動
- e) 避難動機
- f) 避難人数
- g) 避難経路の変更
- h) 避難のときの気持
- i) 避難時間
- j) 訓練通り避難できたか

火災経験のある人はない人 compared to 火災を知った時、あるいは避難のときに落ちついているのではないかと予想されたが、そのような結果は得られず、火災経験が心理状態に対し無関係であることがわかった。

なお、統計的に有意ではあるが、火災と知った後の第1の行動で、何らかの活動（火元の確認、情報収集、周囲の人々に知らせる、消防活動等）とする人の割合が、火災経験のある人の方に高かったことが注目される。

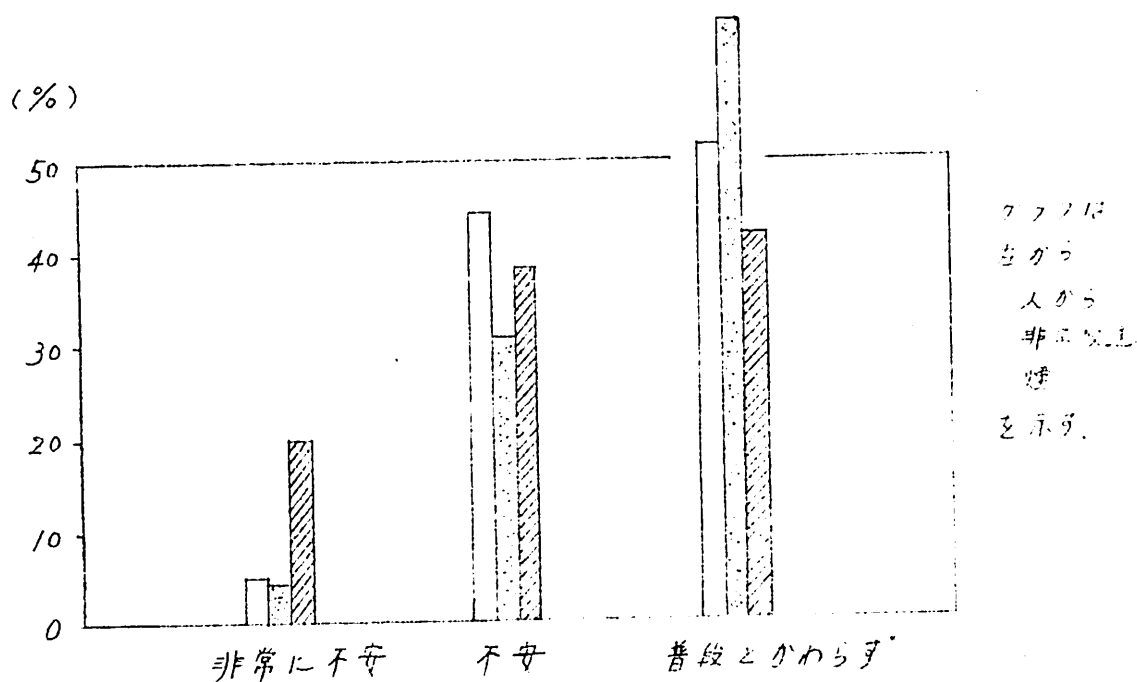
何らかの活動とする人の割合	火災経験あり	30%
	なし	20%

§ 6. 火災を知ったときの気持ちに関するクロス集計分析

i) 何により火災を知ったか ←→ 火災を知ったときの気持ち

	非常に不安	不安	普段とかわらざ	
人から聞いて	3	29	34	66
非常放送	5	44	92	141
煙	14	26	29	69
	22	99	155	276

$\chi^2 = 24.5$ (0.1% レベルで有意)

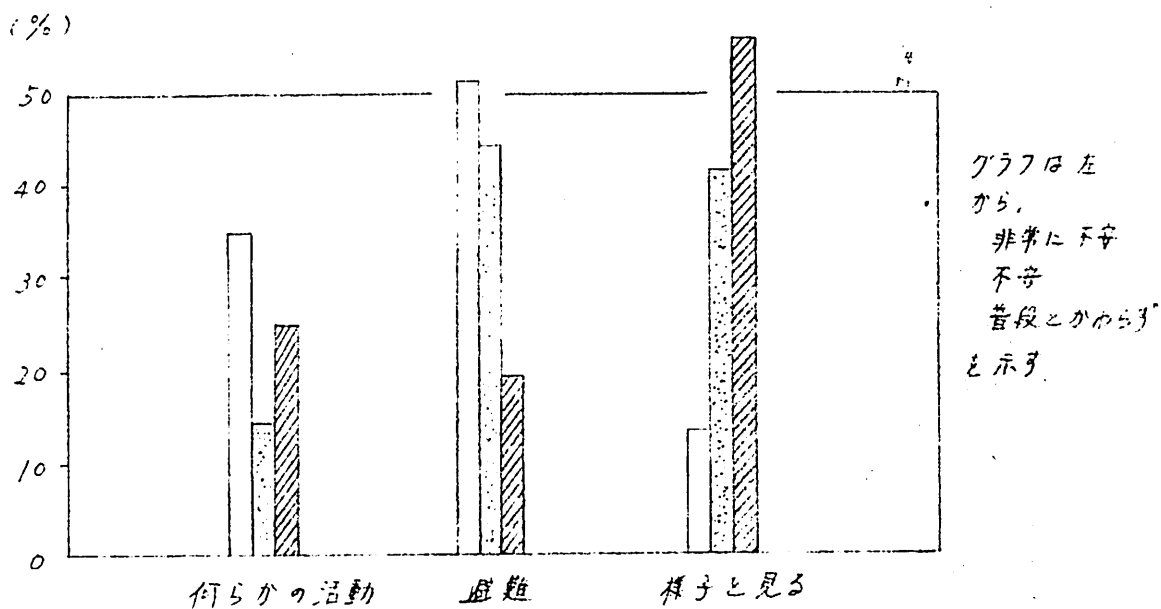


煙により知った人は、他の人に比べ非常に不安と感じる人の割合がかなり高い。人から伝え聞いた人は、非常に不安と答える人は少ないが、不安と答える人が多く、火災に対する不安感のみならず情報の不確かさに対する不安感も含んでいるものと思われる。また、適切な非常放送は心理的には効果的であることも示している。

ii) 火災を知ったときの気持ち ←→ 火災を知った後の第1の行動

	何らかの活動	避難	様子を見る	
非常に不安	8	12	3	23
不安	15	46	44	105
普段とかわらず	39	29	88	156
	62	87	135	284

$$\chi^2 = 31.1 \quad (0.1\% \text{レベルで有意})$$



なんらかでも不安を感じている人は、避難行動をとる割合が高く、逆に普段とかわらずと答えている人は様子を見るという行動をとる人が多い。

また、何らかの活動をする人は、非常に不安を感じているかまたは不安を感じているかの両極端にかたよっていることがわかる。

iii) その他の分析結果

a) 訓練に参加の有無 \longleftrightarrow 火災を知ったときの気持ち

訓練に参加経験のある人は、ない人 compared 火災を知ったとき、心理的動揺をきたす割合が少なかった。

(5%レベルで有意)

不安あるいは非常に不安	火災経験あり	41%
と答えた人の割合	火災経験なし	61%

iv) 火災を知ったときの気持ち と独立であった項目

- a) 火災を知る前の異常
- b) 避難人数
- c) 避難路の変更
- d) 避難時間
- e) 訓練通り避難できたか

V) まとめ

何により火災を知ったかの3つの要素 人から聞いて、非常放送、煙 は 性質こそ異なるがすべて“火災である”という情報の情報だと考えられる。そこでこの3つを区別するために、情報の正確性ということと、危険の切迫性ということとを考えてみる。“人から聞いて”というのは、不正確であるが危険の切迫性は高くはない。“非常放送”は正確であり、切迫性はあまりない。“煙”は正確であり、切迫性も十分ある。別な言い方をすれば“煙”は情報と危険とが時間差なく同時にやってくる情報とみなすことができる。

	火災であるという情報の正確性	危険の切迫性
人から聞いて	不正確	不明だがその時点では高くない
非常放送	正確	低い
煙	正確	非常に切迫

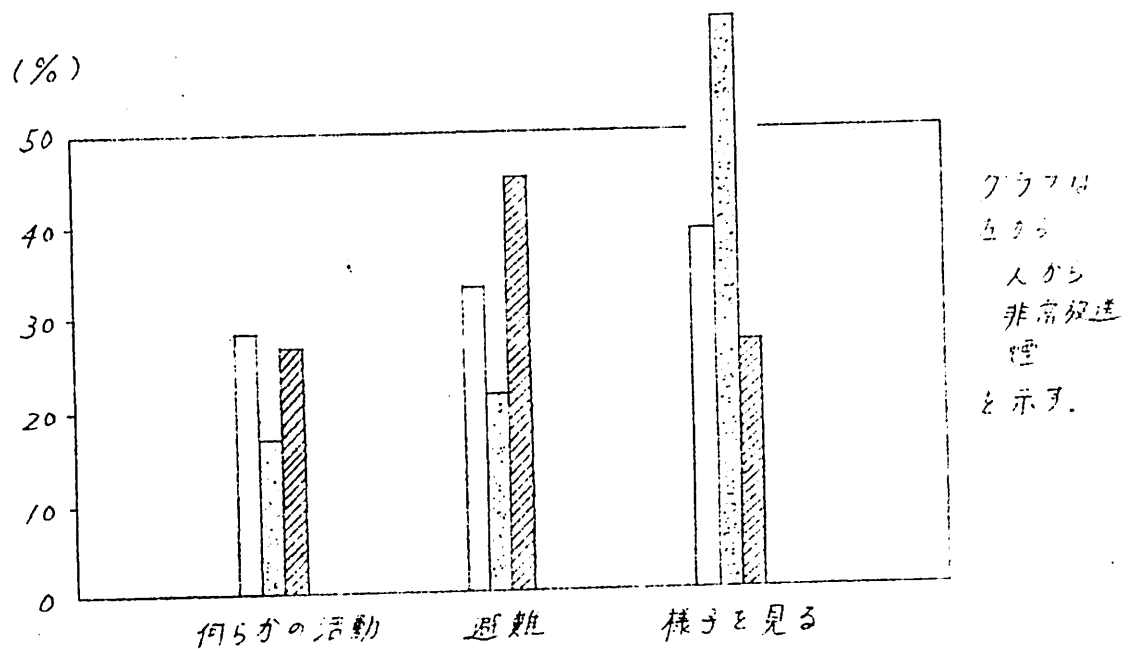
このように考えると、1)のクロス集計分析の結果も十分納得のいくものとなる。ただ上述の非常放送は適切に非常放送が与えられた場合であることを付記しておく。

§ 7. 火災と知った後の第1の行動に関するクロス集計分析

1) 何により火災と知ったか \longleftrightarrow 火災と知った後の第1の行動

	何らかの活動	避難	様子を見る	
人から聞いて	18	21	25	64
非常放送	23	30	85	138
煙	18	30	18	66
	59	81	128	268

$\chi^2 = 24.5$ (0.1% レベルで有意)



人から伝え聞いたリ、また煙によって火災と知った人は、何らかの活動（火元の確認、情報収集、周囲の人々に知らせる、自衛消防等）をとったりすぐ避難をする傾向がある。また、非常放送により火災と知った人は、60%以上の人がいばらく様子を見るという行動を示す。

ii) 火災を知った後の第1の行動と独立であった項目

a) 火災を何、きり知る前の異常

b) 避難人教

c) 避難時間

d) 非常放送を聞いたか

e) 訓練に参加の有無

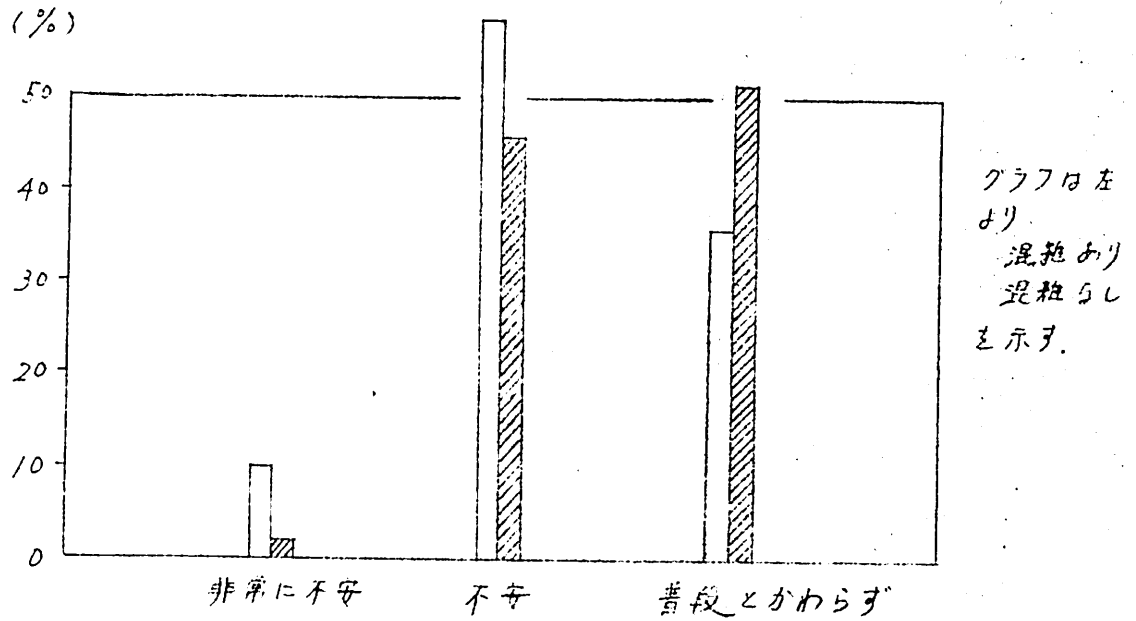
f) 訓練通り避難できたか

§ 8. 避難のときの気持ちに関するクロス集計分析

1) 階段入口の混雑 \longleftrightarrow 避難のときの気持ち

	非常に不安	不安	普段とかわらず	
あり	3	18	10	31
なし	5	107	120	232
	8	125	130	263

$\chi^2 = 8.00$ (5%レベルで有意)



階段入口が混雑していると答えた人は、避難のときの気持ちが非常に不安あるいは不安になる傾向がみられる。

ii) その他の分析結果

a) 避難の際の煙状況 \longleftrightarrow 避難のときの気持ち
(煙を見た人のみ)

煙が濃くなるにつれて不安を感じる人の割合が増加する傾向がみられる。(0.1%レベルで有意)

b) 避難のときの気持ち \longleftrightarrow 訓練通り避難できたか

避難のとき不安を感じた人は、感じるかった人 compared 訓練通り避難できたとする割合が小さかった。(5%レベルで有意)

訓練通り避難できた 人の割合	避難の時の気持ち	
	非常に不安	67%
	不安	88%
	普段と変わらず	92%

iii) 避難の時の気持ちと独立であるもの

- a) 火災を知る前の異常
- b) 何により火災を知ったか
- c) 避難動機
- d) 避難人数

- e) 避難経路の変更
- f) 階段内の混雑
- g) 避難時間
- h) 火災階と知っていたか
- i) 非常放送と聞いたか
- j) 訓練に参加の有無

IV) まとめ

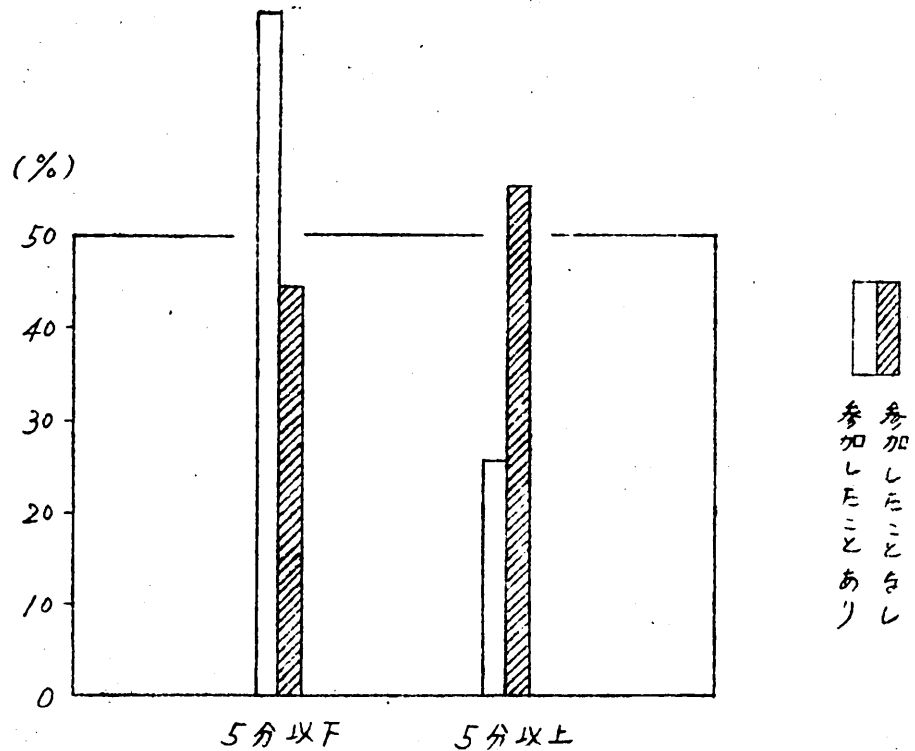
階段入口の混雑は避難のときの気持ちに影響を与えているが
階段内の混雑は影響を与えていないのが興味深い。

§9. 避難時間に関するクロス集計分析

1) 訓練に参加の有無 \longleftrightarrow 避難時間

	5分以下	5分以上	
あり	153	53	206
なし	12	15	27
	165	68	233

$\chi^2 = 10.2$ (1%レベルで有意)



訓練に参加した経験のある人の方が、早く避難している傾向がみられる。この避難時間というのは、後に各人に思い出してもらったものであるから、正確では無いが、大略は誤り無いと思われる。訓練を受けている人の避難時間が長いのは、そこに心理的要素（心理的に長く感じる）が含まれている可能性も考えられる。

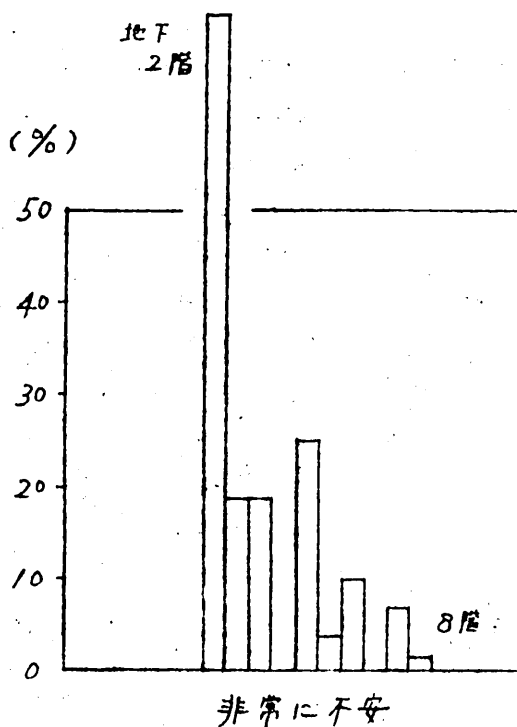
ii) 避難時間と独立である項目

- a) 火災を知る前の異常
- b) 何により火災を知ったか
- c) 避難動機
- d) 階段入口の混雑
- e) 階段内の混雑
- f) 火災階を知っていたか
- g) 非常放送を聞いたか
- h) 訓練通り避難できたか

§ 10. 火災発生時にいた階に関するクロス集計分析

1) 火災発生時にいた階 ←→ 火災を知ったときの所持

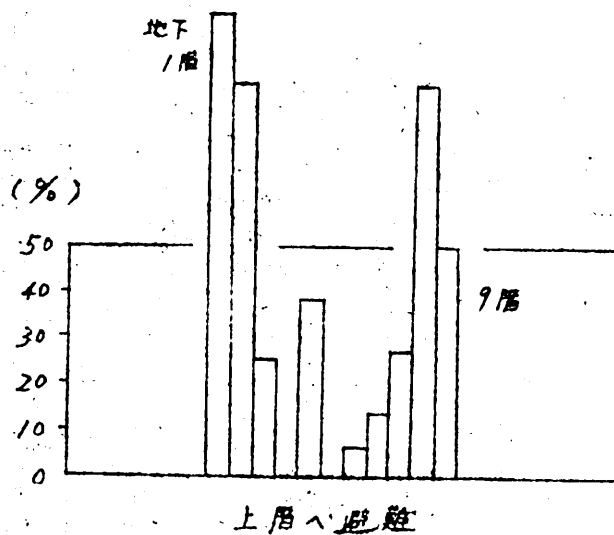
	非常に不安	不安	普段とかわらぬ	
9階	0	0	2	2
8階	1	19	38	58
7階	6	34	43	83
6階	0	6	13	19
5階	4	16	22	42
4階	1	10	20	31
3階	3	3	6	12
2階	0	2	2	4
1階	7	15	16	38
地下1階	2	3	6	11
地下2階	5	2	0	7
	29	110	168	307



非常に不安と感じている人の割合は、地下2階に最も多く、上の階へいくにつれ減っているのがわかる。

ii) 火災発生時にいた階 ←→ 避難経路の選択 (上階か下階か)

	上階へ避難		下階へ避難		
	人数	割合	人数	割合	
9階	1	50%	1	50%	2
8階	38	84%	7	16%	45
7階	18	27%	49	73%	67
6階	2	13%	13	87%	15
5階	2	6%	32	94%	34
4階	0	0%	24	100%	24
3階	3	38%	5	63%	8
2階	0	0%	4	100%	4
1階	1	25%	3	75%	4
地下1階	6	86%	1	14%	7
地下2階	3	100%	0	0%	3
	74		139		213



地下階にいる人は、上階へ行くしかないが、地上階にいる人は1階へ逃げるか屋上へ逃げるかの2通りが考えられる。上表を見ると、7階から上階へ逃げる人が多くなっていることがわかる。

iii) まとめ

i) の結果を見ると、下層階の方に不安を感じる人の割合が多く、上層階の方が少ない。これは火災時に高層階にいたという不安感よりも火災に近いという不安感の方が大きかったことを物語っていると思われる。

ii) の結果は非常に興味深い事実を示している。即ちこの建物（9階建て）では上階へ避難するか下階へ避難するかを選択の分岐点か7階あたりにあるということである。7階というのは屋上まで距離と地上までの距離がちょうど1:2になる地点であり、このあたりに上階へ避難するか下階へ避難するかの判断のクリティカル・ポイントがあるように見える。

Z-5 数量化理論による要因分析

ここでは、林知己夫の数量化理論 (quantification theory) のうちのⅡ類を用い、火災と知ったときの気持、火災と知った後の第1の行動、避難のときの気持等が他の要因によってどのように規定されているかを明らかにする。

林の数量化理論は、定性的属性の各カテゴリーに適當な数値を与えて定量的変数と同様に多変量解析を施す理論である。これに関しては数々の文献(注)が出ているので、くわしくはそちらと参考にされたい。

(注) 例えば、「社会統計学」 安田 三郎

§1. 「火災を知ったときの気持ち」の要因分析

火災を知ったときの気持ちと外的基準とし、次の3つに分類した。

- 分類1 ----- 非常に不安
 分類2 ----- 不安
 分類3 ----- 普段とかわらず

また要因は次に示す6要因とした。

- | | |
|--------------------|--|
| 1. 性別 | ① 男性
② 女性 |
| 2. 年齢 | ① 20代以下
② 30代
③ 40代
④ 50代以上 |
| 3. 火災発生時に
いた階 | ① 地下2階
② 地下1階
③ 1階
④ 2階
⑤ 3階
⑥ 4階
⑦ 5階
⑧ 6階
⑨ 7階
⑩ 8階
⑪ 9階 |
| 4. 何により火災を
知ったか | ① 人から聞いて
② 非常放送を聞いて
③ 煙を見て |
| 5. 非常放送を
聞いたか | ① はい
② いいえ |
| 6. 訓練に参加の有無 | ① 有り
② 無し |

〔分析結果〕

サンプル総数 = 262
第1軸

	要因	カテゴリー	スコア	レンジ	偏相関係数	順位
1.	性別	男性 女性	-0.0211 0.0227	0.0438	0.044	5
2.	年令	20代以下 30代 40代 50代以上	-0.0052 0.0034 0.0408 -0.0233	0.0641	0.063	3
3.	火災発生時 にいた階	9階 8階 7階 6階 5階 4階 3階 2階 1階 地下1階 地下2階	-0.1124 -0.0282 -0.0096 -0.0437 0.0099 -0.0170 0.0887 -0.0182 0.0231 0.0131 0.3014	0.4138	0.349	1
4.	何により 火災を 知ったか	人から 非常放送 煙	-0.0107 -0.0204 0.0578	0.0782	0.215	2
5.	非常放送を 聞いたか	はい いいえ	0.0050 -0.0142	0.0192	0.046	4
6.	訓練に 参加の有無	有り 無し	-0.0036 0.0211	0.0247	0.017	6

相関比 $r = 0.464$

第2軸

	要因	カテゴリー	スコア	レンジ	偏相関係数	順位
1.	性別	男性 女性	0.0428 -0.0462	0.0890	0.037	6
2.	年齢	20代以下 30代 40代 50代以上	-0.0867 0.2370 -0.1532 0.0078	0.3902	0.082	2
3.	火災発生時 にいた階	9階 8階 7階 6階 5階 4階 3階 2階 1階 地下1階 地下2階	0.5131 -0.0596 -0.0365 0.0375 0.0127 0.0005 0.1555 -0.2815 0.0660 0.0405 0.2501	0.7946	0.217	1
4.	何により 火災を 知ったか	人から 非常放送 煙	-0.1217 0.0445 0.0168	0.1662	0.040	5
5.	非常放送を 聞いたか	はい いいえ	-0.0281 0.0801	0.1082	0.043	3
6.	訓練に 参加の有無	有り 無し	0.0271 -0.1596	0.1867	0.042	4

相関比 $\eta = 0.319$

この分析の全体の精度は相関比で表わされ、各要因の寄与率は偏相関係数で示される。

そこで各要因の偏相関係数を図示すると下図のようになる。

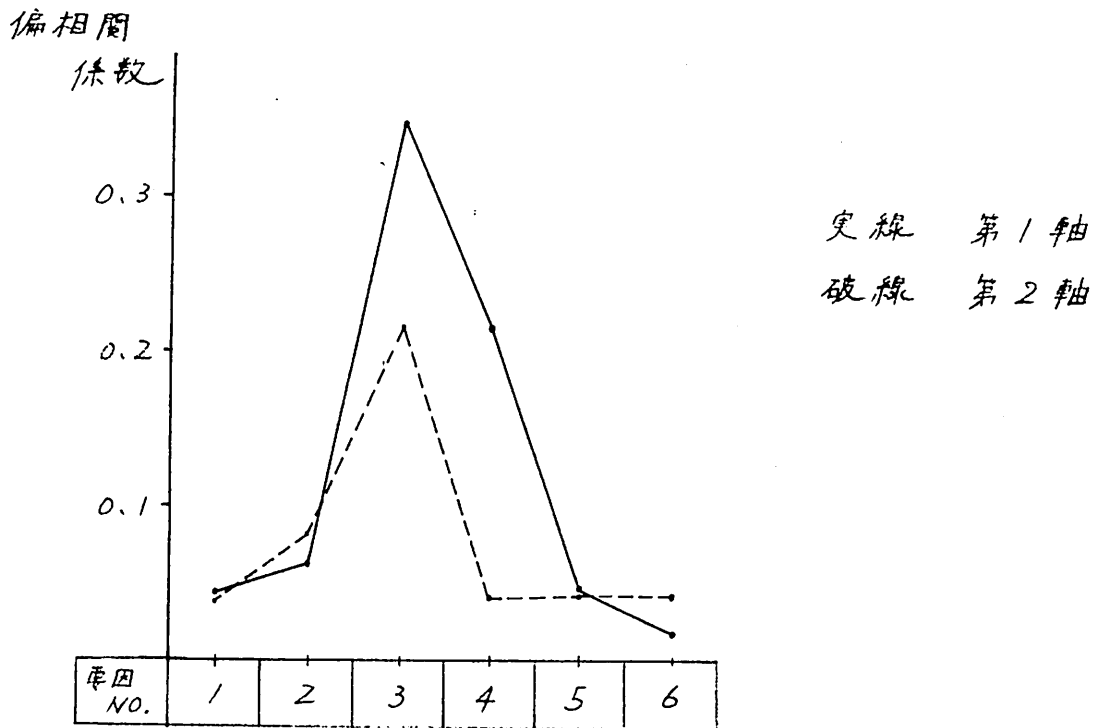


図2-6 偏相関係数

これによれば、要因3が最も高く、次いで要因4とらている。従って、火災と知ったときの気持ちに対し規定力の高いのは、火災発生時にいた階と何により火災と知ったかであることがわかる。

また、火災発生時にいた階の第1軸のスコアを見ると、かえって上階の方がマイナス値が多く、不安度の低いことと物語っている。これは火災階に近いという不安感の方が上階にいるという不安感より大きいことを示していると思われる。地下2階のスコア

が最も大きい正の値であるのは、不安度の非常に高いことを意味しており、火災時における地下階の不安が大きいことがわかる。

(この場合は地下1階が火災階であることにより、不安感がさらに大きく増幅されたものと思われる。

§2. 「火災と知った後の第1の行動」の要因分析

火災と知った後の第1の行動を外的基準とし、次の3つに分類した。

- 分類1 ----- 何らかの活動（火元の確認、自衛消防、
周囲の人々に知らせる、情報収集）
分類2 ----- 避難
分類3 ----- 様子を見る

これを説明するための要因は、次に示す6要因とした。

- Ⅰ. 性別
- ① 男性
 - ② 女性
- Ⅱ. 年令
- ① 20代以下
 - ② 30代
 - ③ 40代
 - ④ 50代以上
- Ⅲ. 火災発生時に
いた階
- ① 地下2階
 - ② 地下1階
 - ③ 1階
 - ④ 2階
 - ⑤ 3階
 - ⑥ 4階
 - ⑦ 5階
 - ⑧ 6階
 - ⑨ 7階
 - ⑩ 8階
 - ⑪ 9階
- Ⅳ. 火災と知ったとき
の気持
- ① 非常に不安
 - ② 不安
 - ③ 普段とかわらず
- Ⅴ. 何により火災と
知ったか
- ① 人から聞いて
 - ② 非常放送と聞いて
 - ③ 煙と見て

6. 非常放送と聞いたか ① はい
② いいえ

[分析結果] サンプル総数 = 257

	要因	カテゴリー	第1軸スコア	第2軸スコア	第1軸レンジ 第2軸レンジ	第1軸偏相内係数 第2軸偏相内係数	順位
1.	性別	男性	-0.0716	0.0591	0.1496	0.112	3
		女性	0.0780	-0.0643	0.1234	0.101	5
2.	年齢	20代以下	-0.1082	-0.0747	0.3935	0.154	1
		30代	0.1267	0.1537	0.2284	0.194	2
		40代	0.1816	0.0515			
		50代以上	0.2853	-0.0186			3
3.	火災発生時 にいた階	9階	0.2512	-0.2061	0.7108	0.078	5
		8階	-0.0652	0.0300	0.4230	0.217	1
		7階	0.1055	-0.0787			
		6階	-0.0723	0.1973			6
		5階	-0.0807	-0.0573			
		4階	0.1224	-0.0600			
		3階	-0.2037	0.1845			
		2階	-0.4596	-0.0203			
		1階	-0.0773	0.1344			
		地下1階	0.1436	0.1932			
地下2階	0.0769	-0.2257					
4.	火災と、 知った時の 気持ち	非常に不安	0.2687	-0.0522	0.3556	0.097	4
		不安	0.0686	-0.0695	0.1221	0.109	4
		普段とかわらず	-0.0869	0.0526			
5.	何により 火災を 知ったか	人から	0.0374	0.1425	0.2048	0.144	2
		非常放送	-0.0738	-0.0871	0.2296	0.176	3
		煙	0.1310	0.0563			
6.	非常放送を 聞いたか	はい	-0.0060	0.0171	0.0225	0.008	6
		いいえ	0.0166	-0.0474	0.0645	0.048	6

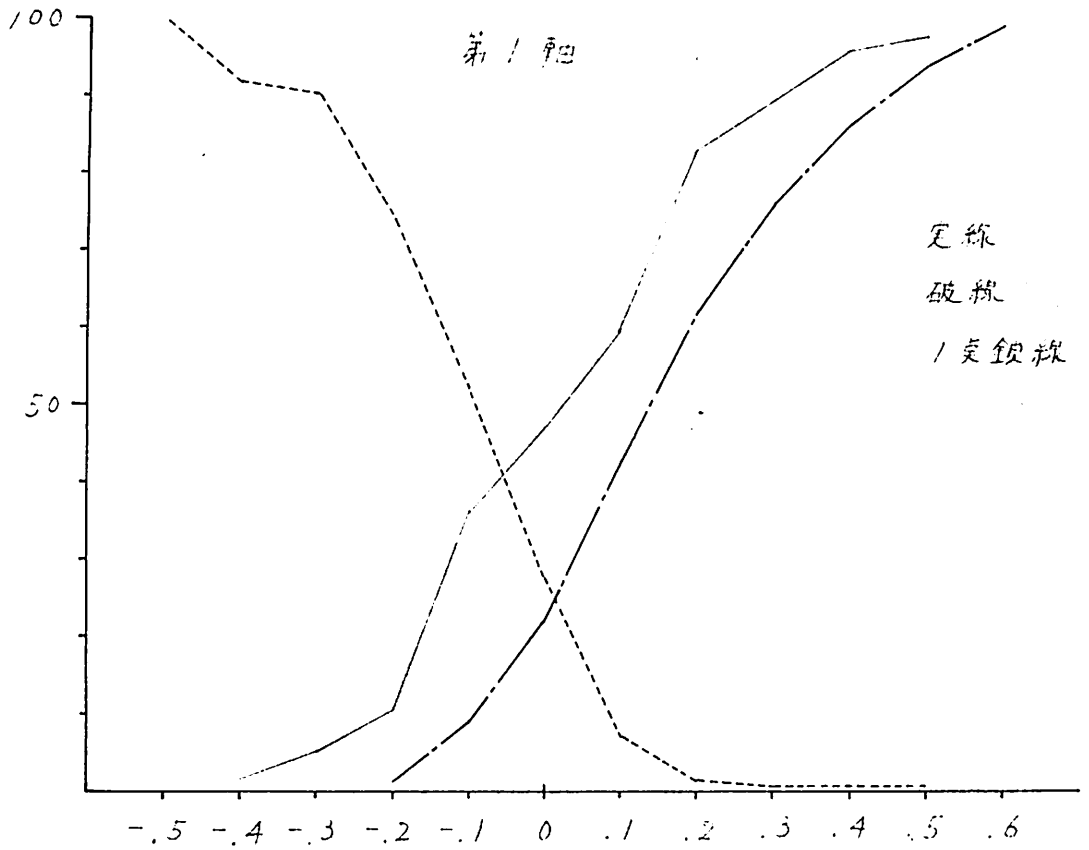
相関比

第1軸 $r = 0.524$

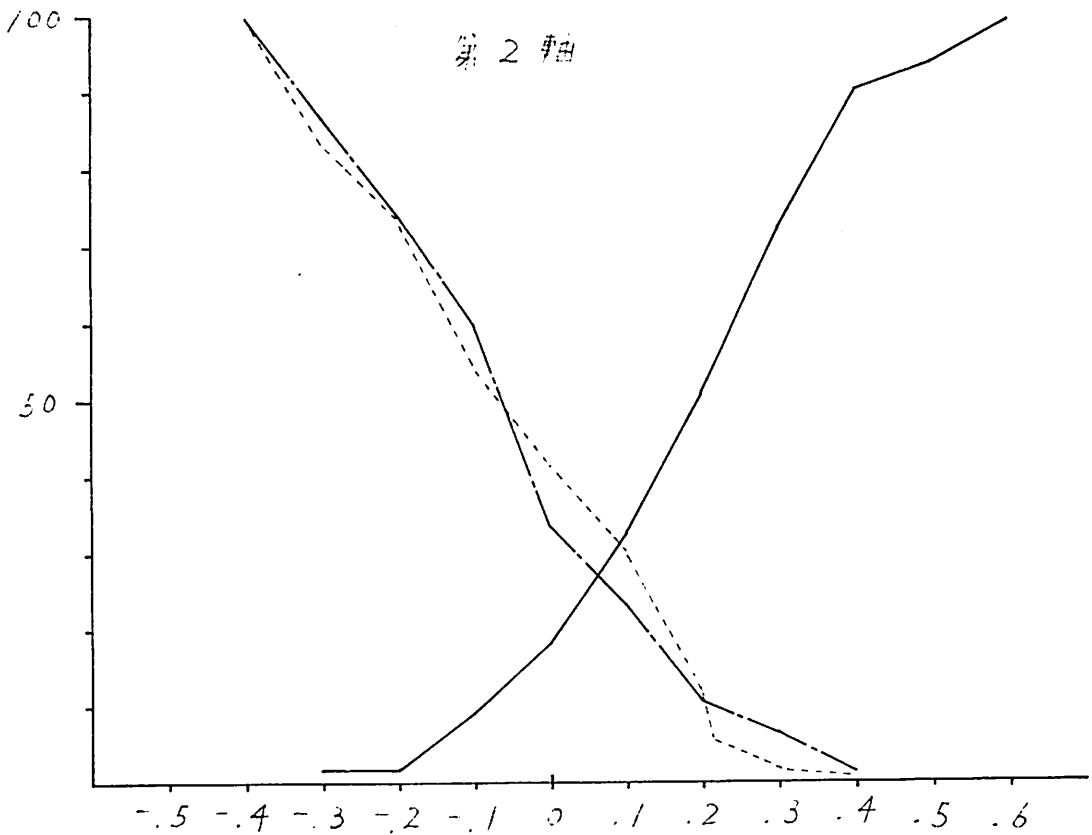
第2軸 $r = 0.435$

[累積分布グラフ]

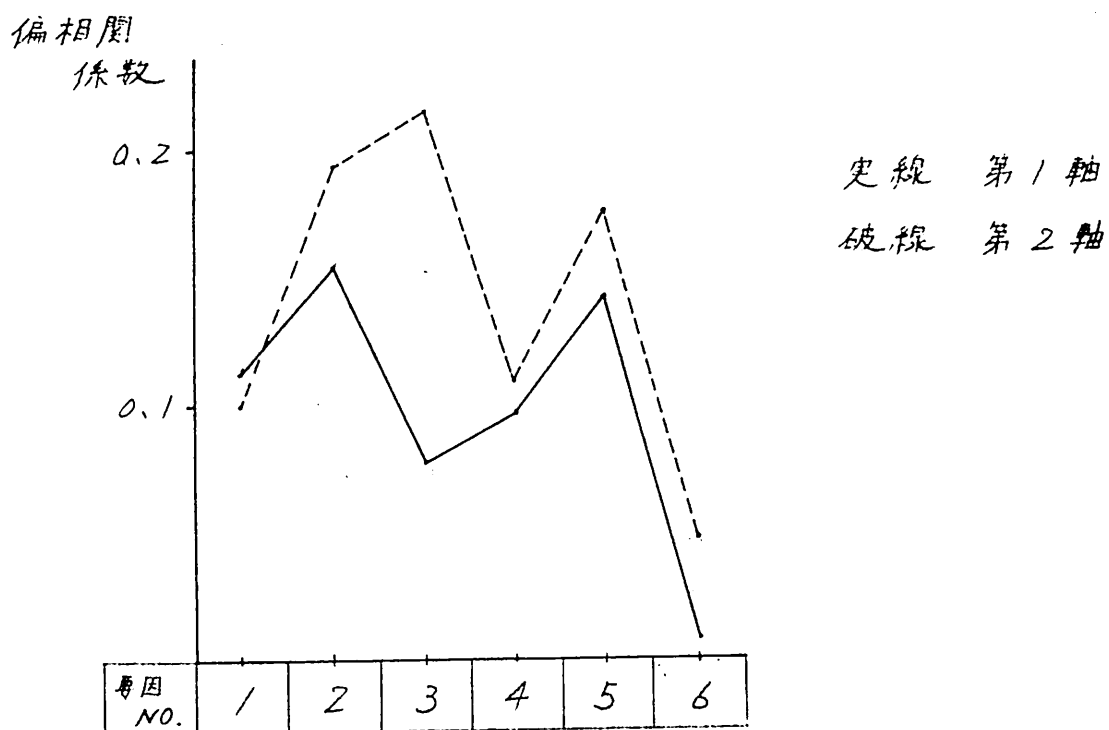
(%)



(%)



各要因の偏相関係数を図示すると下図のようになる。



これによれば、第1の行動に対し規定力の高い要因は年齢、火災発生時にいた階、何により火災を知ったか、であることがわかる。

§ 3. 「避難のときの気持」の要因分析

避難のときの気持と外的基準とし、次の3つに分類した。

- 分類 1 ----- 非常に不安
 分類 2 ----- 不安
 分類 3 ----- 普段とかわらず

要因は次に示す4要因とした。

- | | |
|-------------------|------------------------------|
| 1. 性別 | ① 男性
② 女性 |
| 2. 訓練に参加
の有無 | ① 有り
② 無し |
| 3. 火災を知った
時の気持 | ① 非常に不安
② 不安
③ 普段とかわらず |
| 4. 階段入口の
混雑 | ① 有り
② 無し |

他にも いろいろの要因といれて分析を行ったが、この4つが最も効果的と思われる。

〔分析結果〕 サンプル総数 = 282

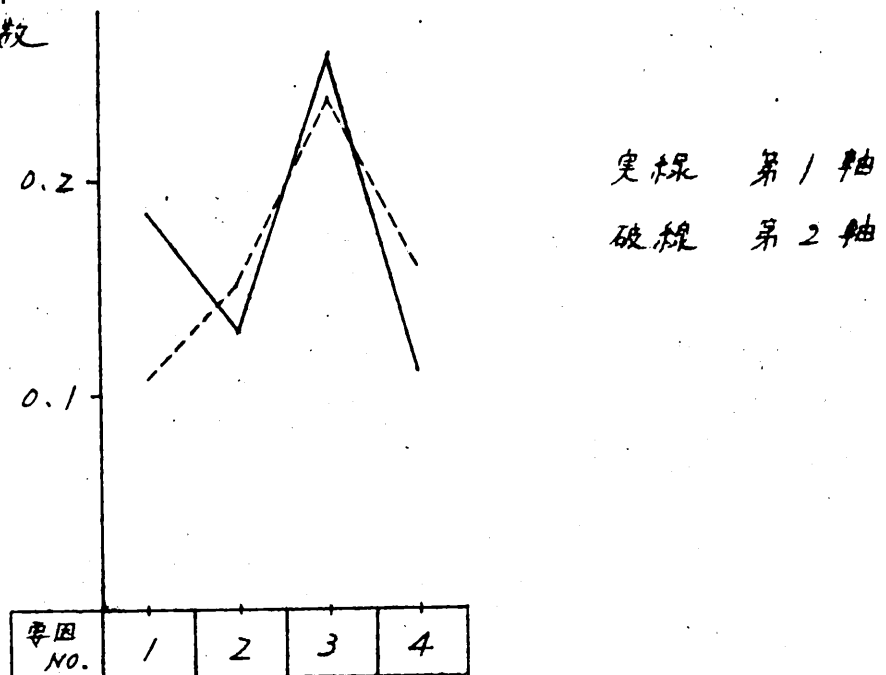
	要因	カテゴリー	第1軸スコア	第2軸スコア	偏相関係数		順位
					第1軸レンジ 第2軸レンジ	第1軸 第2軸	
1.	性別	男性	0.0223	-0.1227	0.0496	0.185	2
		女性	-0.0272	0.1498	0.2725	0.108	4
2.	訓練に参加の有無	有り	0.0053	0.0385	0.0342	0.129	3
		無し	-0.0289	-0.2082	0.2467	0.153	3
3.	火災を知った時の気持ち	非常に不安	-0.6092	-0.4923	0.9293	0.257	1
		不安	-0.2538	0.3280	0.8203	0.239	1
		普段とかわらず	0.3202	-0.1003			
4.	階段入口の混雑	有り	-0.0683	-0.1668	0.0803	0.111	4
		無し	0.0120	0.0292	0.1960	0.160	2

相関比

第1軸 $\eta = 0.565$

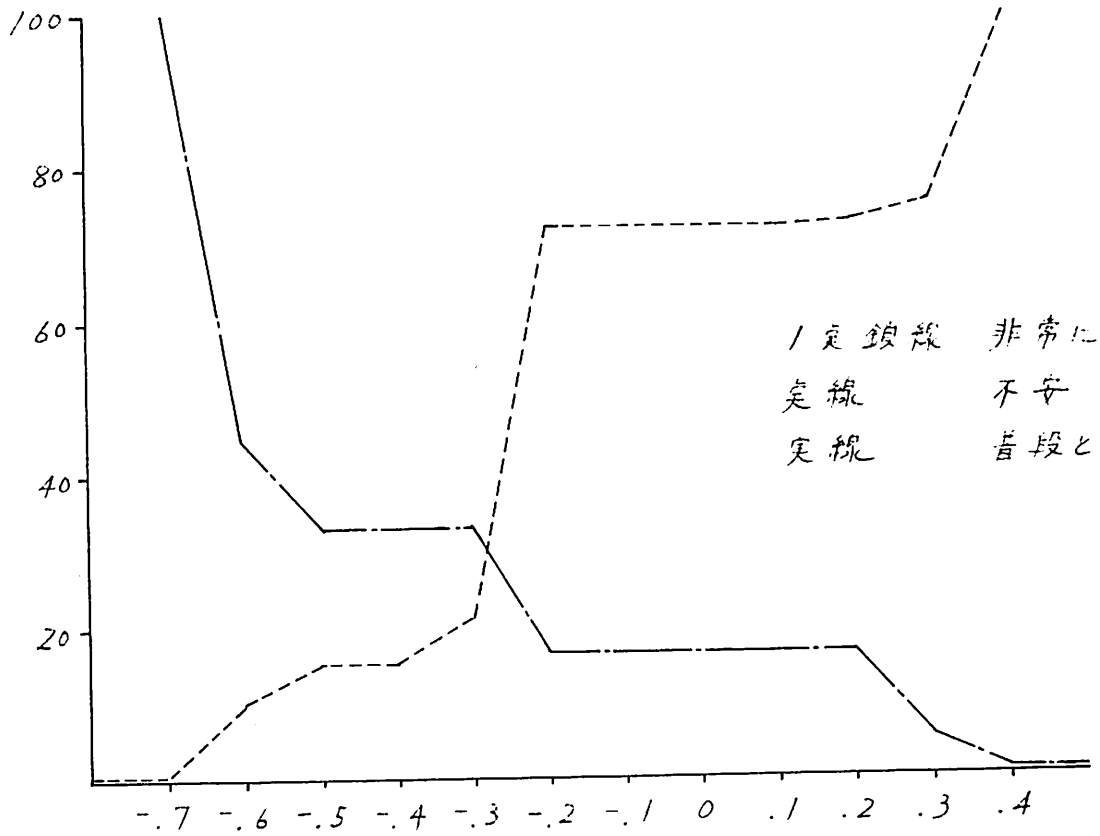
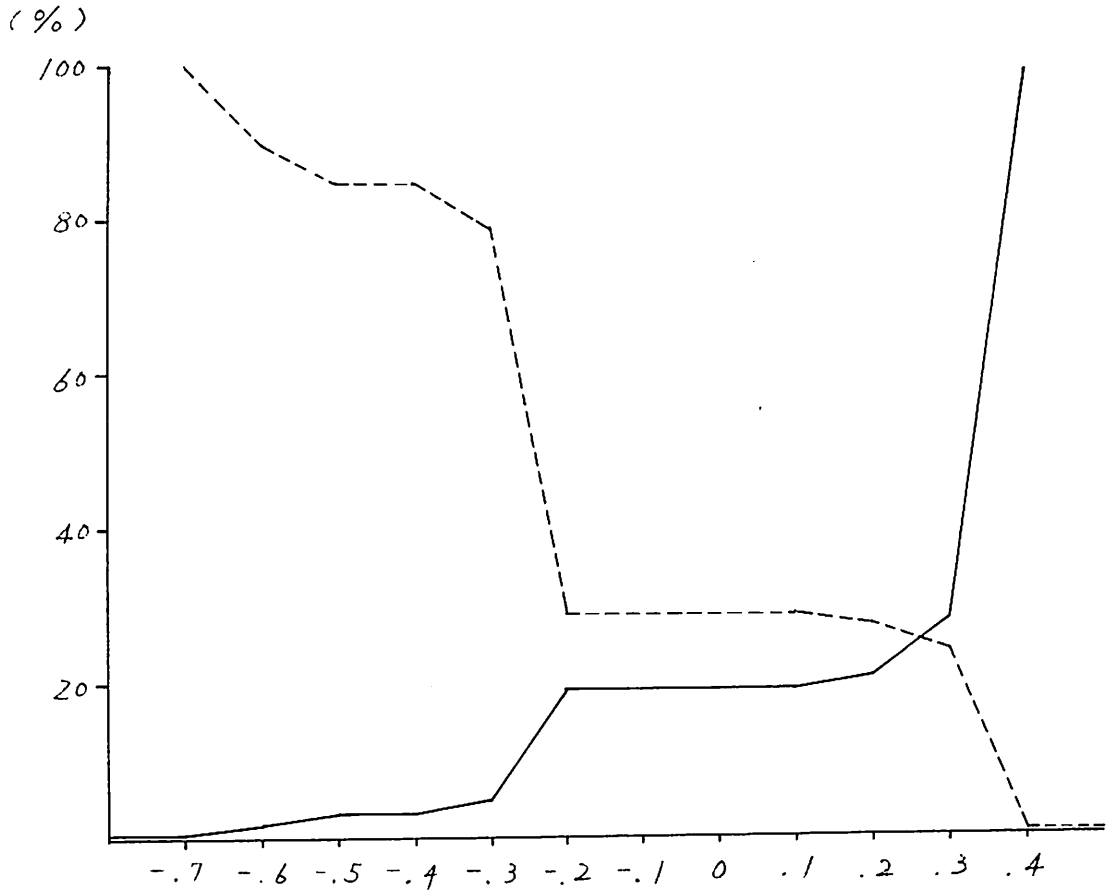
第2軸 $\eta = 0.405$

偏相関係数



火災を知った時の気持ちがやはり高の規定力をもっている。

[第1軸 累積分布]



第1章 火災事例について

第2章 火災時の行動・心理について

第3章

避難シミュレーション

3-1 概説

ここでは、シミュレーションの基礎となる人間の行動能力について簡単に述べてからシミュレーションに詳しい。

避難シミュレーションは居室から避難階段に詳しいまじを主として扱い、階段避難のシミュレーションの記述は省略した。

3-2 人間の行動能力について

ここでは、シミュレーションを行なうにあたってその基礎となる人間の行動能力と群衆流動係数、群衆歩行速度の面から見ていくことにする。

§1. 群衆流動係数

出口単位巾当り1秒間に何人の人間が出ていけるかということと表わした数値が群衆流動係数であり、単位は $\text{人}/\text{m}\cdot\text{sec}$ である。これは出口の状態等により多少かわってくるが、おおむね、水平出口の場合と階段出口の場合の2つに大別され、次の値が一般に用いられている。

水平出口 1.5 $\text{人}/\text{m}\cdot\text{sec}$

階段出口 1.3 $\text{人}/\text{m}\cdot\text{sec}$

なお、この分野は戸川喜久二氏の研究(注)に詳しく上記の数値も氏の提案値である。

(注) 「群衆流の観測に基く避難施設の研究」 戸川

§ 2. 群集歩行速度

避難の場合、多くの人が出口や階段に殺到するなどして密度が高くなるのが普通であるから、もはや個人個人の歩行速度で歩行することはできず、群集として歩行することとなる。そこで群集密度と群集歩行速度との関係が必要となり、いくつかの関係式が提案されている。

$$1) \quad v = v_0 \rho^{-0.7954}$$

v : 群集歩行速度 m/sec
 ρ : 群集密度 $人/m^2$
 v_0 : $\rho = 1.0$ 人/ m^2 のときの歩行速度 $1.1 m/sec$

「建築物内に於ける群衆流動状態の観察」

木村幸一郎, 伊原貞敏

$$2) \quad v = \frac{N}{\rho}$$

v : 群集歩行速度 m/sec
 ρ : 群集密度 $人/m^2$
 N : 群集流動係数 $人/m \cdot sec$
 水平出口 1.5
 階段出口 1.3

「群衆流の観測に基づく避難施設の研究」

戸川喜久二

$$3) \quad v = -0.26 + \sqrt{\frac{2.39}{\rho}} - 0.13$$

v : 群集歩行速度 m/sec
 ρ : 群集密度 $人/m^2$

中 祐一郎

$$4) \quad v = 1.42 - 0.241\rho$$

v : 群集歩行速度 m/sec
 ρ : 群集密度 $人/m^2$

「大震災時における住民避難の最適化」

藤田 隆史

このうち 4) は都市的スケールに、3) は地下街の通路の公共通路のスケールに主として適用されており、1) 2) が建築的スケールに適用されているようである。

なお、群集流動係数も群集歩行速度も、平常時に群集密度の高くなるような地臭と並び、ここでの測定結果から推定したものであり、これを非常のそれに適用するのは若干の問題があると思われる。しかし、非常時の人間の行動能力を測定するのは非常に困難であるのと、これを多少でも正確なものにしても避難全体に与える影響はさほど大きくないこととを考えあわせれば、平常時のもので準用してもさしつかえないこととなる。ただ、平常時からの推定であることと明記しておくことが必要で、パニック時等のもとでは適用できないことにも注意されたい。

また、群集流動係数は一定であるとは考えがたく、周囲の密度条件により変わってくる値であろうと思われる。密度が

低いほうは密度が高くなるとともに流動係数も大きくなっていくが、あるオプティマムな点とこえて密度が高くなるとおしあひしあひの状態により流動係数は低くなっていくであろうことが予想される。このあたりはパニックの発生とも関連するであろうし、実は避難計画の中でも非常に重要なところであるかも知れない。私の知る限りこの方面の研究を扱ったものは今までになく、今後の研究が待たれるところであろう。

3-3 避難シミュレーション

ここでは、避難者の心理状態をも含めた避難シミュレーションモデルの作成、およびその運用と目的とする。

なお、モデルは汎用シミュレーション言語 GPSS (General Purpose Simulation System) によって構成され、運用にあたっては東京大学大型計算機センターの HITAC 8700/8800 OPERATING SYSTEM を使用した。

§1. 本モデルの構成

本モデルは 大別して 次に示す 3つのサブモデルから 成り立っている。

- i) 建築空間サブモデル
- ii) 避難行動サブモデル
- iii) 煙拡散サブモデル

建築空間サブモデルは、建物のプランの形状・大きさ、出口の位置・巾、階段の位置・巾、及びそれらの相互のつながり具合等を規定しているものであり、人間、煙はこれらの規定に従って 避難行動サブモデル、煙拡散サブモデル上を動くこととなる。

避難行動サブモデルは、火災が感知器や人間等により発見、通報され、建物内にいる人間がそれを覚知して避難を開始するところから始まり、まわりの状況に左右されながら避難し、避難完了あるいは煙にまかれてモデル上で動きを止めるまでの、人間の避難行動を規定するものである。

煙拡散サブモデルは 火災発生時点からの煙拡散状況を規定するものである。

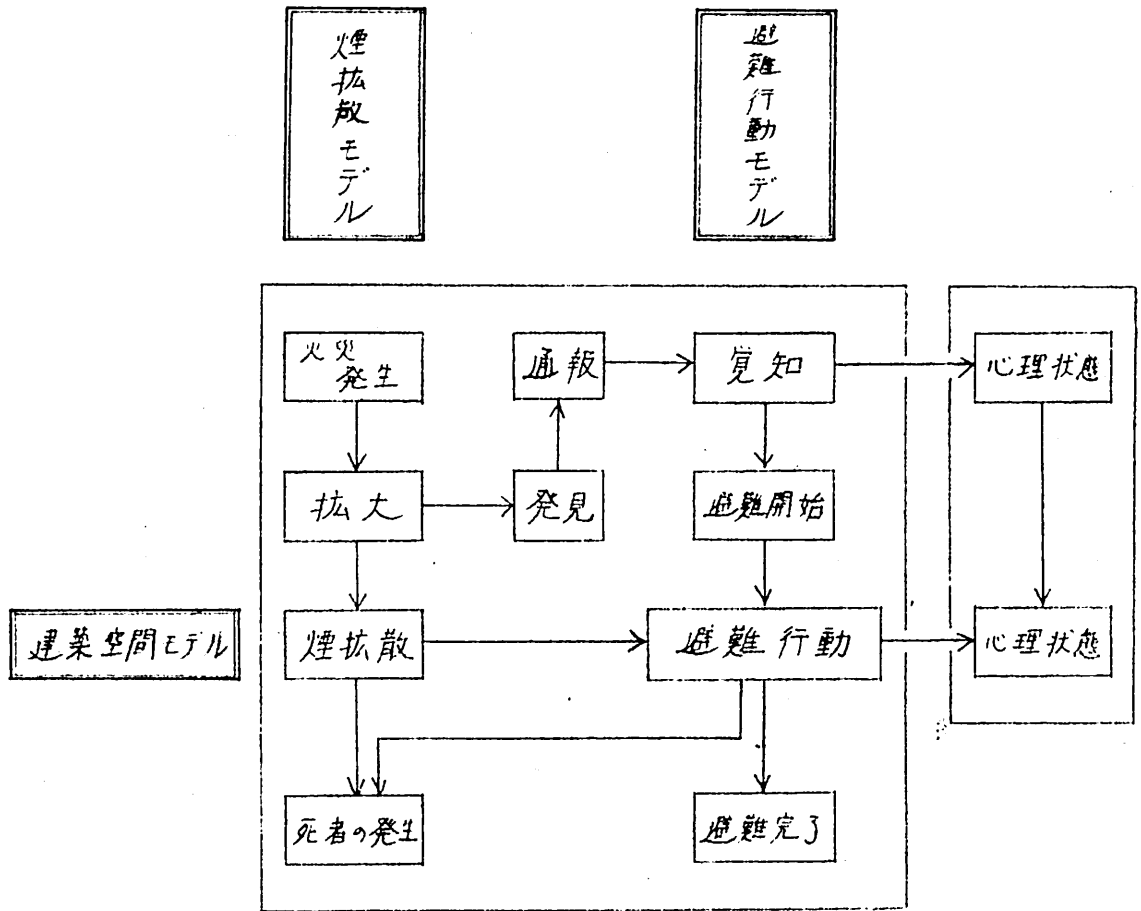


図 3 - 1 本モデルの構成図

§2. 避難シミュレーション・モデルの内容

1) 建築空間モデル

避難の対象となっている居室を 4m 間隔のメッシュで上下左右に区切り、そのそれぞれの 4m 平方のものを居室エレメントと名づけた。居室エレメントは GPSS における STORAGE に 1つ1つ対応させ規則的に番号を施し、その番号によってどの居室エレメントとどの居室エレメントが隣接しているかをモデル内に記憶させた。

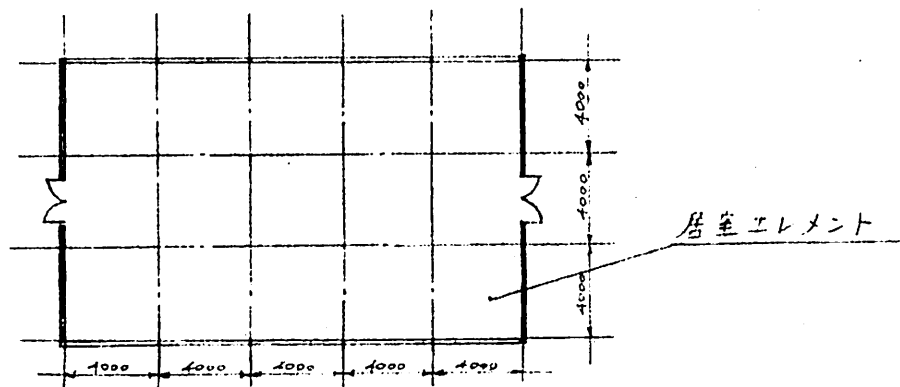


図3-2 居室と居室エレメント

各居室エレメントには 最大収容人数の制限 (100人, $6.25 \text{ 人}/\text{m}^2$) を設け、それ以上の人とその中へ入れないようにした。

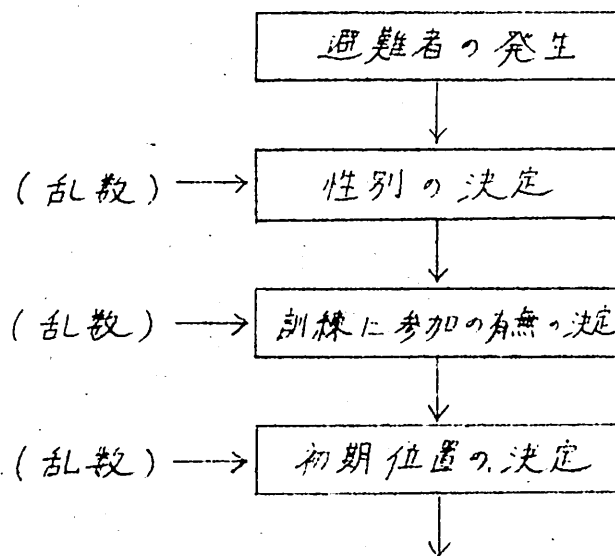
居室からの出口は、四周のどこにどこも、またセンター・コア型プランを考慮して内側にも設けられるようにし、モデルの汎用性を高めた。

2) 避難行動モデル

1) 避難者の発生及び配置

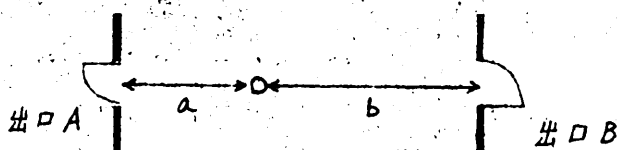
対象とする避難者はその全員と いっせいに発生させ、各居室エレメントに乱数によって割り分けた。従って各居室エレメントには平均的に人がいるのではなく、1人もいない所もあれば平均以上いる所もあるというようなばらつきが生じる。

各避難者には性別と避難訓練への参加の有無との2つの属性をもたせ、後に心理状態を決める際のデータの1部とした。性別は男女50%ずつ、訓練への参加の有無は2章のデータより参加したこと有り85%、参加したこと無し15%とし、これも乱数を用いて各個人に割り当てた。



ii) 避難出口の選択

出口が複数個ある場合、避難者は自分の位置から各出口までの距離の逆数比の割合で各出口を選択することとした。即ち、可能な出口が2つあり、そこまでの距離が a, b である場合、



避難者は、

$$\frac{\frac{1}{a^2}}{\frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}} = \frac{b^2}{a^2 + b^2}$$

の確率で出口Aを、また $\frac{a^2}{a^2 + b^2}$ の確率で出口Bを選択することとする。

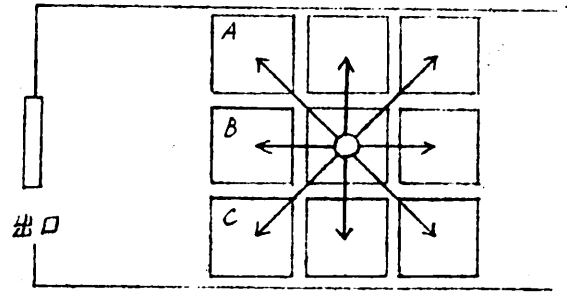
これは避難開始の時点で各避難者ごとに決定され、最後まで変わらぬものとした。但し、目指す出口が煙のため使用不能となった場合は、その時点で他の出口をあらためて決定し直すこととした。

iii) 避難開始時期

すぐ避難を開始する者と、しばらく様子を見てから避難と始める者の2種類をモデルに組み入れ、その比率を変えられるようにした。様子を見る場合、最初の位置にとどまているものとする。

IV) 避難行動

避難者は左図のように自分の現在いる居室エレメントに隣接する居室エレメントならどこへでも行ける



が（斜め方向も可）、自分が目指す出口に近くなるように動くものとした。例えば図の位置に出口がある場合は、A、B、Cいずれかの居室エレメントへ行くこととなる。

さらに、進行可能な複数個の居室エレメントがある場合は、（図ではA、B、C）そのうちから最も密度の低いエレメントと避難者自身が並びそこへ進むものとした。

この過程を何回か繰り返すうちに避難者は出口に到達することとなるのである。

V) 避難所至時間

現在いる居室エレメントから次の居室エレメントまで行く時間の算定には、前述の群集歩行速度式の中の1)式を用いた。

$$v = 1.1 p^{-0.7954}$$

p には、現在の居室エレメントの密度を用い、これによって求めた速度でエレメント間の距離を除し、経過時間とした。

vi) 出口エレメント

出口には 出口エレメントを設け、居室エレメントと同様、GPSS における STORAGE と割り当てた。群集流動係数は 1.5 m/sec とし、従って出口巾を b メートルとすれば、1秒間に $1.5b$ 人ずつ 出口エレメント から階段附至に流出していくこととする。出口エレメントへは それに接する居室エレメントから入ることができるが、出口エレメントが満員でそこに入る余地がない場合は、その前の待行列にいた人入り、出口エレメントがあくまで待たねばならない。

3) 心理状態決定モデル

心理状態は非常に不安、不安、普段と変わらずの3段階で表わすものとし、火災を知ったときの気持と避難のときの気持とそれぞれ避難行動を開始する前と出口エレメントの所で各避難者ごとに測定した。これらは各避難者毎に記憶させておき、アウトプット時に出力した。

なお、基礎となるデータはすべて第2章のデータと用いた。

1) 火災を知ったときの気持

火災と何により知ったかと性別とにより決定した。

決定方法は、上記2つと火災を知ったときの気持とのクロス確率表を作り、乱数と発生させて各自の心理を決定する方法を用いた。

例えば、A、B、Cの状態になる確率がそれぞれ0.2、0.3、0.5であったとすると、

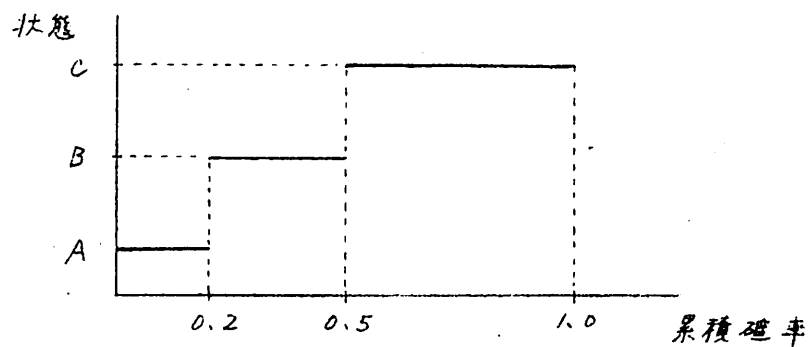


図 3-3

図のように累積確率をとって、 $0.0 \sim 1.0$ まで一様乱数を発生させ、それが 0.10 であった状態 A に、 0.65 であった状態 C にするというものである。従ってもし 100 人の人がいれば、乱数を用いているのでぴったりとはならないが、だいたひ A が 20 人、B が 30 人、C が 50 人ということになるのである。

次にそのクロス確率表を示しておく。

火災を知った時の気持 性別	非常に不安	不安	普段と変わらない	何により知ったか
男性	0.04	0.18	0.78	人から聞いて
女性	0.05	0.58	0.32	
男性	0.04	0.20	0.80	非常放送
女性	0.03	0.45	0.52	
男性	0.19	0.36	0.45	煙
女性	0.23	0.38	0.39	

表 3 - 火災を知ったときの気持のクロス確率表

ii) 避難のときの気持

性別、避難訓練に参加の有無、火災を何により知ったか、出口の混雑の有無の 4 つにより決定した。

決定に当っては、第 2 章に示した数量化 II 類を用いた要因分析の結果を使用した。

No.	要因	カテゴリー	得点
1	性別	男性	0.0223
		女性	-0.0272
2	訓練への参加	有り	0.0053
		無し	-0.0289
3	火災と知ったときの気持ち	非常に不安	-0.6092
		不安	-0.2538
		普段と変わらず	0.3202
4	出口の混雑	有り	-0.0683
		無し	0.0120

表3- 各カテゴリーの得点

上表に示された各カテゴリー得点のうち各自に該当するものの和がその避難者の得点となる。上表を見ると火災と知ったときの気持ちが中心となり、後の3つがそれにクセズツの補正としていることがわかる。

カテゴリー得点の和として求められた各自の得点により避難のときの気持ちが決められるのだが、その基準とすべき得点は、第2章の実測データの累積分布グラフより ミニ・マックス の原理と用いて決定した。その値は、

非常に不安	-0.2800 未満
不安	-0.2800 ~ 0.2600
普段と変わらず	0.2600 以上

となる。

なお、ここでは、数量化Ⅱ類の要因分析による第1軸の値を使用した。

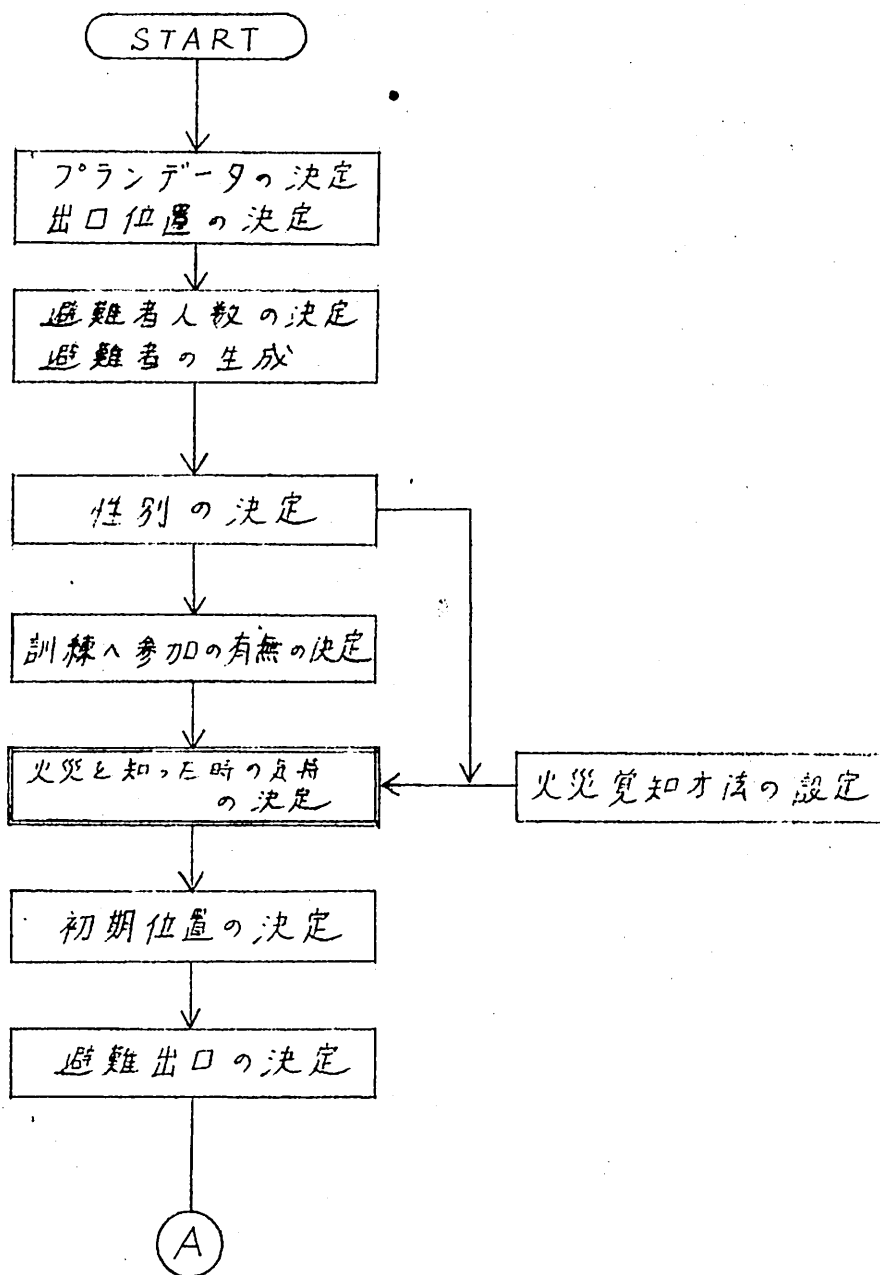
また、目指す避難出口が煙により使えなくなるり引き返すことを余儀なくされた避難者は、その時点で火災を知った時の気持ちとノランクずッ不安のオへ上げ、それを用いて避難の時の気持ちと決定した。

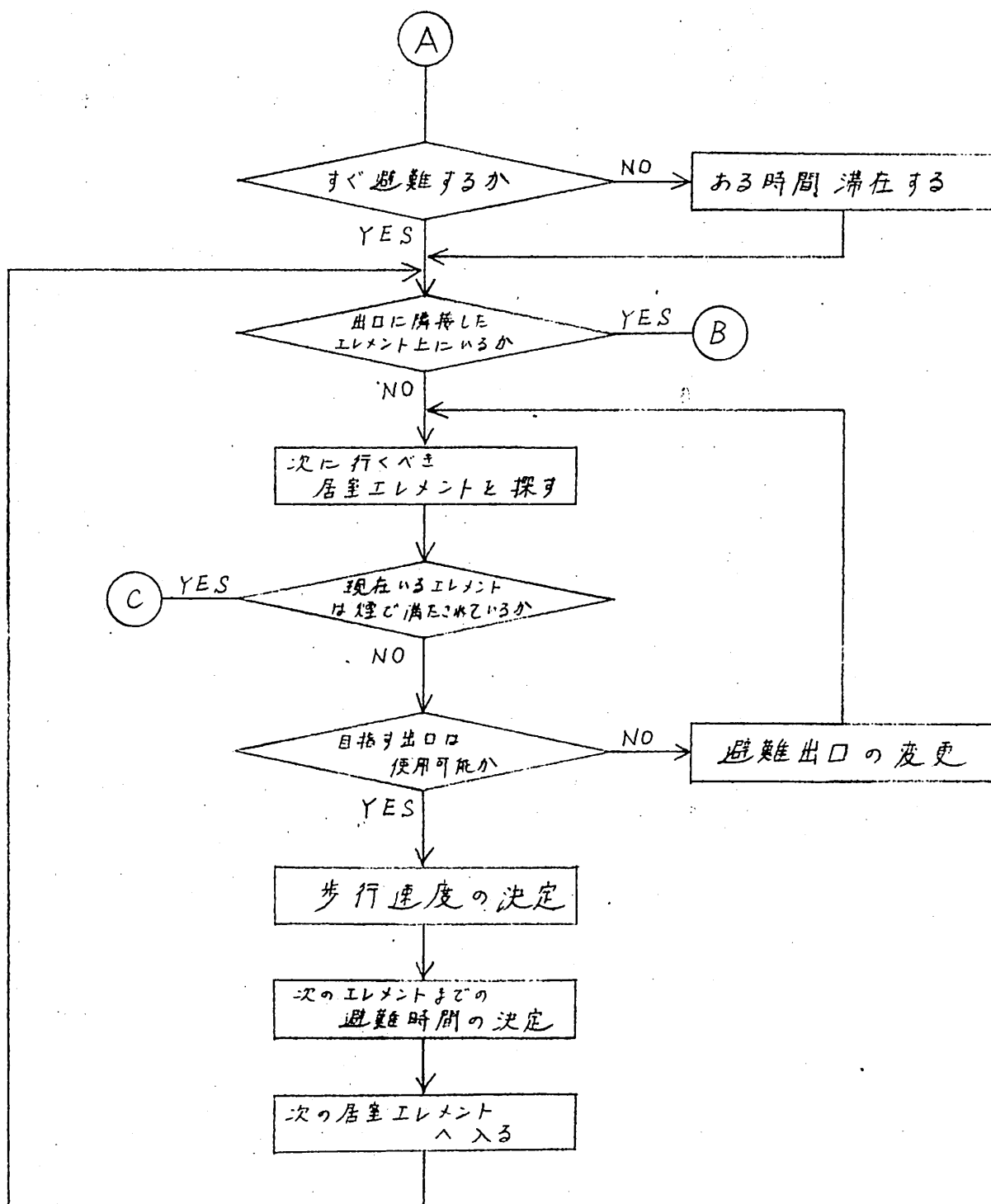
4) 煙拡散モデル

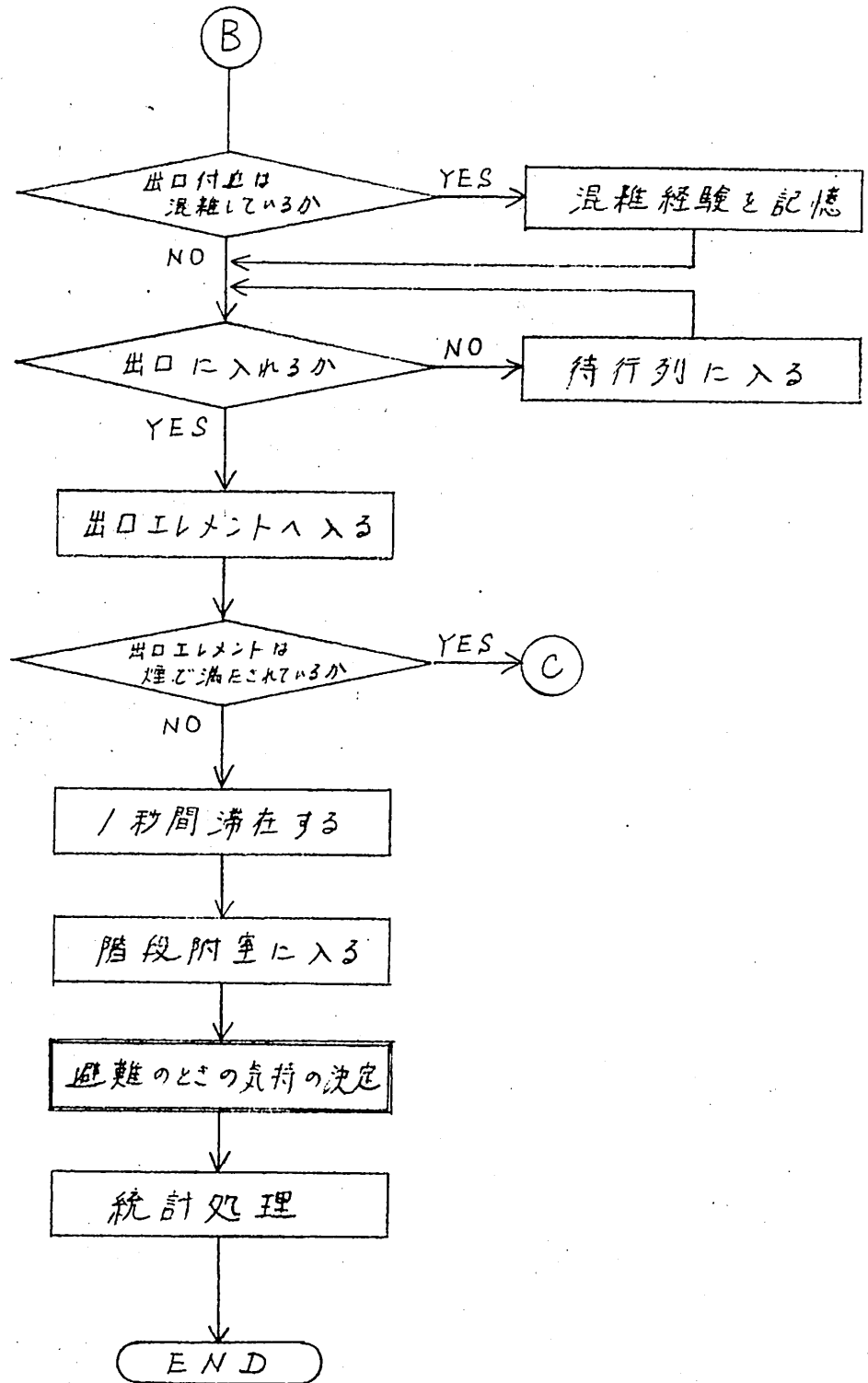
煙の拡散状況は、若松孝旺氏らの開発した 煙流動計算法 により、各居室が煙に汚染され始めるであろう概略の時間と求め（各ドアは半開きとしてある）、その時間後に（階段室は煙で充滿している）避難の為扉をあけた時は、そこから煙が室内にどんどん拡散していくものとした。そのときの煙拡散の水平進行速度を東京海上ビルの火災実験より 1.0 m/sec とした。

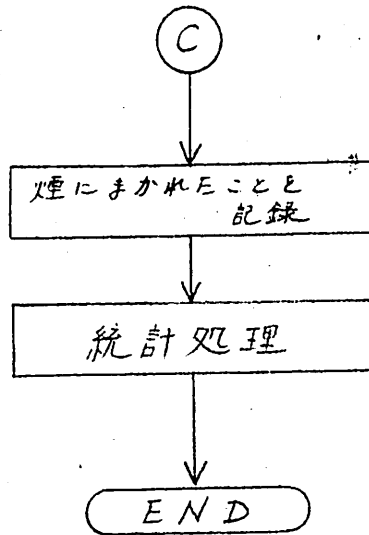
煙は上記の速さで出口エレメントから居室エレメントへと拡散していくが、ある居室エレメントが煙に満たされたとき、その中に避難者が残っていれば、その者はすべて煙にまかれたものとして動きを止め、その人数をモデル中に記憶した。

§ 3. 本モデルの流れ図









§ 4. 入力と出力

a) 入力として モデルに入れるものは次のものである。

- i) 男女比
- ii) 避難訓練に参加経験のある人の割合 (2 章のデータによれば 85%)
- iii) すぐに避難する人の割合
- iv) 何により火災と知ったか (そのフロア内にいる人はすべて同じとする。)
- v) 避難人数
- vi) 避難出口の 1 つに煙がはいってくる時間
- vii) プランデータ
- viii) 避難出口の位置

b) 次のものが出力として とり出される

- i) 避難開始から避難終了までの 1 秒毎の各居室エレメント内の滞在人数
- ii) 避難所要時間
- iii) 混雑を経験した人の人数
- iv) 各出口を利用した人数

v) 煙により出口を変更した人の人数

vi) 火災を知ったときの気持

3段階のそれぞれの人数

vii) 避難のときの気持

3段階のそれぞれの人数

viii) 煙にまかれた人の人数

ix) 避難者の初期位置

x) 1秒毎の各出口前の待行列の長さ

xi) 各避難者の避難経路

§5. ケース・スタディ

ケース・スタディのモデルとして典型的な10階建ての事務所ビルととりあわせた。

プランは下図に示す通り、20m×40mのワンフロアの事務室空間をもち両端に避難階段を含むコアがあるタイプとした。



図3-4

居室スペースは前に述べた通り、4m×4mの居室エレメント50個に分割した。

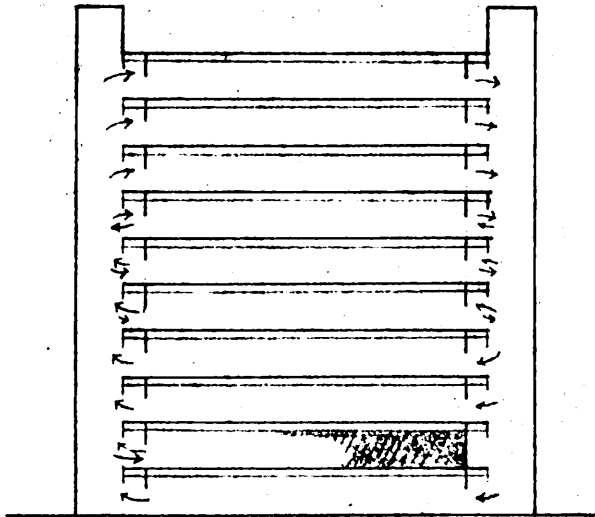
避難出口の巾は2mとした。従って、1方向に、

$$1.5 \times 2 = 3.0 \text{ (人)}$$

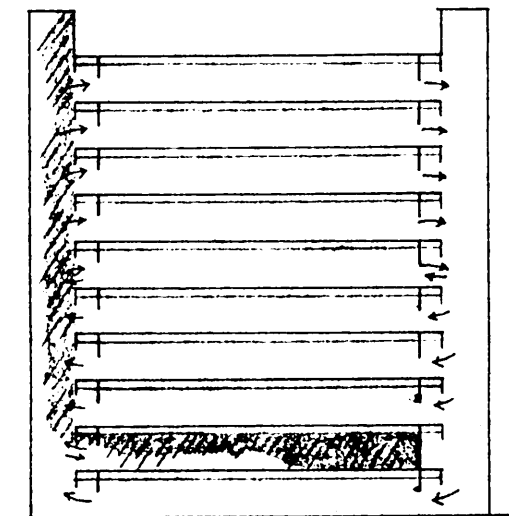
の人が出ていけることとする。

1) 初期煙流動

初期煙流動の計算には若松氏らの開発した計算法を用いた。
 火災階は2階とし、扉はすべて半開きとしてある。(但し火災
 階の1方の扉は閉じておく。)



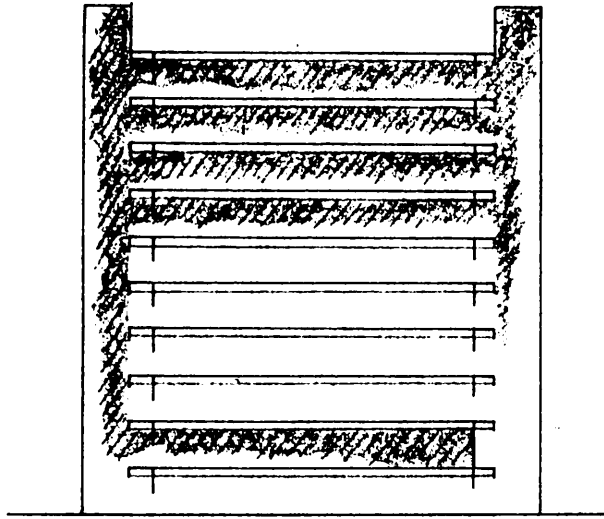
火災発生後 1分



火災発生後 4分

階段の1方は全く
 使用不能とする。

但し出火後直ちに燃え広がるものとしている。



火災発生後 9分

右の階段も危険な状態とらる。

この場合、火災が奥から面へ拡大する状況は考慮しておらず、最初から面的にしかも火災室全体が燃え上がるものとしてある。従って、実際の場合よりも早く煙が流動していると思われる。

a) ケース・スタディ 1

i) 密度を 0.125 人/m² とし、従って避難人員は、

$$0.125 \times 800 = 100 \text{ (人)}$$

となる。

ii) 男女比は 50% ずつ

iii) 訓練に参加したことのある人は 85%

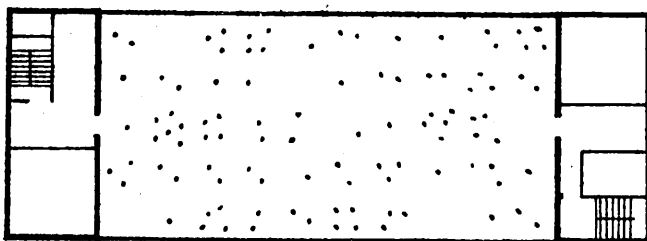
iv) 全員火災覚知後すぐ避難する。

v) 火災発生後 1分 に避難を開始する。

vi) 覚知手段 —— 非常放送

	ケース・スタディ 1	ケース・スタディ 2	ケース・スタディ 3	ケース・スタディ 4
避難人数	100人	100人	100人	130人
覚知手段	非常放送	人から聞いて	煙	煙
避難開始時間	出火後 1分	1分	4分	4分

ケース・スタディ / 出力結果

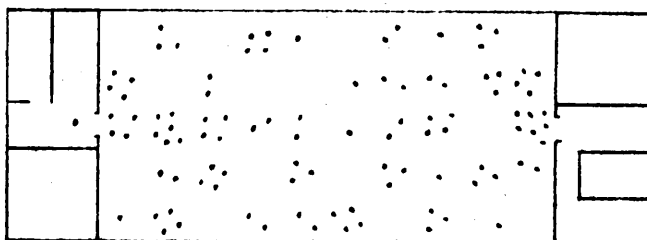


初期状態

$t_1 = 0$ 分

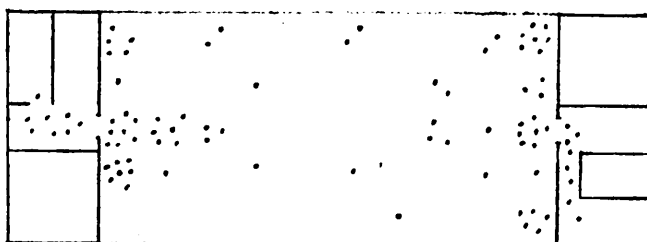
火災発生後

$t_2 = 1$ 分



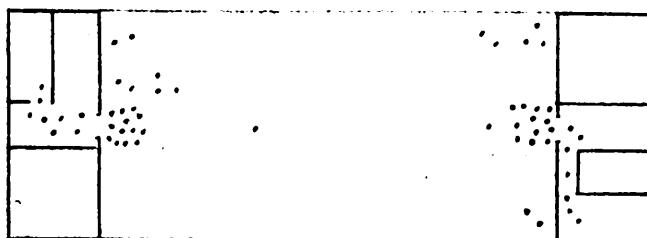
$t_1 = 5$ 秒

$t_2 = 1$ 分
5秒



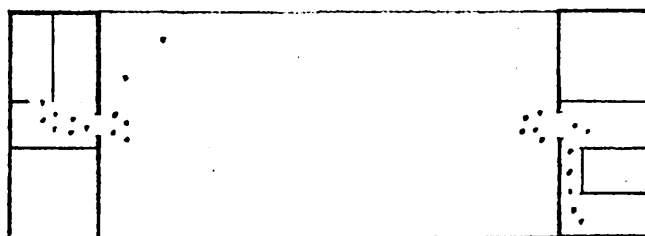
$t_1 = 10$ 秒

$t_2 = 1$ 分
10秒



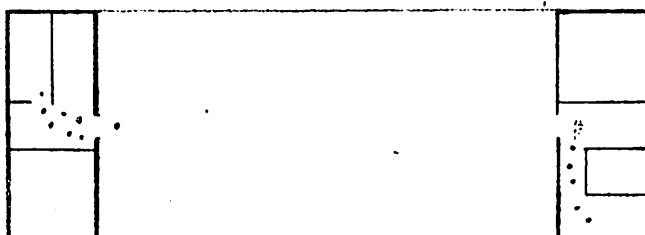
$t_1 = 15$ 秒

$t_2 = 1$ 分
15秒



$$t_1 = 20 \text{ 秒}$$

$$t_2 = \begin{array}{l} 1 \text{ 分} \\ 20 \text{ 秒} \end{array}$$



$$t_1 = 25 \text{ 秒}$$

$$t_2 = \begin{array}{l} 1 \text{ 分} \\ 25 \text{ 秒} \end{array}$$

、 $t_1 = 27$ 秒で居室からの避難完了

ケース・スタディ / 出力結果

 * SIMULATION OF EVACUATION *

*** INPUT DATA ***

SEX	MAN	54 (人)
	WOMAN	46
EXERCISE	EXPERIENCED	86
	NO	14
BY WHAT AWARE OF FIRE	EMERGENCY CALL	

*** OUTPUT DATA ***

EVACUATION TIME		27 SECONDS
CONFUSION	CROWDED	14
	NOT	86
EVACUATE	AT ONCE	100
	NOT	0
EVACUATE	TO RIGHT	50
	TO LEFT	50
CHANGED HIS DIRECTION		0

*** FEELING ***

WHEN AWARE	VERY ANXIOUS	10
OF FIRE	ANXIOUS	28
	USUAL	62
WHEN	VERY ANXIOUS	18
EVACUATE	ANXIOUS	23
	USUAL	59

*** NUMBER OF THE DEAD ***

0

ケース・スタディ / 出力結果

(人)	1	2	3
80*			
70*			
60*			**
50*			**
40*			**
30*			**
20*		**	**
10*	**	**	**
0	**	**	**

FEELING WHEN
AWARE OF FIRE

- 1 -- VERY ANXIOUS
- 2 -- ANXIOUS
- 3 -- USUAL

(人)	1	2	3
80*			
70*			
60*			**
50*			**
40*			**
30*			**
20*		**	**
10*	**	**	**
0	**	**	**

FEELING WHEN
EVACUATE

7-ス・ス・ダイ / 出力結果

INITIAL LOCATION 各居るエレメントの初期人数

INITIAL LOCATION BYTE MATRIX SAVEVALUE ROW / COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2 (人)	0	4	3	4	1	2	1	1	2	4
1	2	1	1	1	0	1	2	2	3	2
3	6	4	4	2	2	1	1	5	4	0
4	?	?	2	2	1	2	3	1	3	0
5	0	1	4	2	2	4	3	0	1	2

LENGTH OF QUEUE 1 --- TIME 右並びの待行列人数

LENGTH OF QUEUE 1 --- TIME BYTE MATRIX SAVEVALUE ROW / COLUMN	1 (秒)	6	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0 (人)	0	0	0	0	0	4	7	10	10	7
ROW / COLUMN	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20
1	4	?	2	8	12	9	6	3	1	2	2
ROW / COLUMN	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	30
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

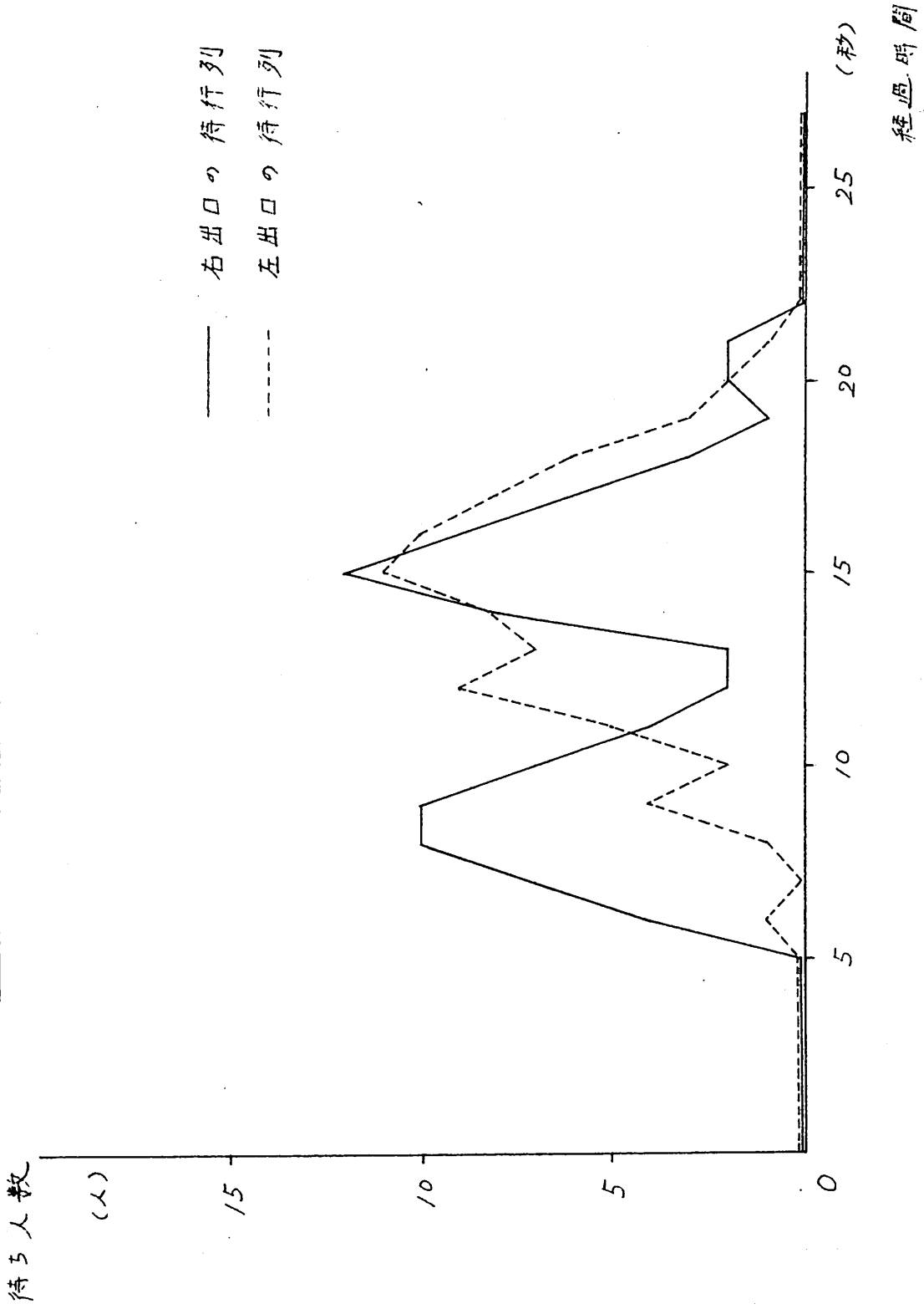
ROWS 1 - 1, COLUMNS 31 - 120 ARE ZERO

LENGTH OF QUEUE 2 --- TIME 左並びの待行列人数

LENGTH OF QUEUE 2 --- TIME BYTE MATRIX SAVEVALUE ROW / COLUMN	1 (秒)	7	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0 (人)	0	0	0	0	0	1	0	1	4	2
ROW / COLUMN	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	20
1	5	9	7	8	11	10	8	6	3	2	2
ROW / COLUMN	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	30
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ROWS 1 - 1, COLUMNS 31 - 120 ARE ZERO

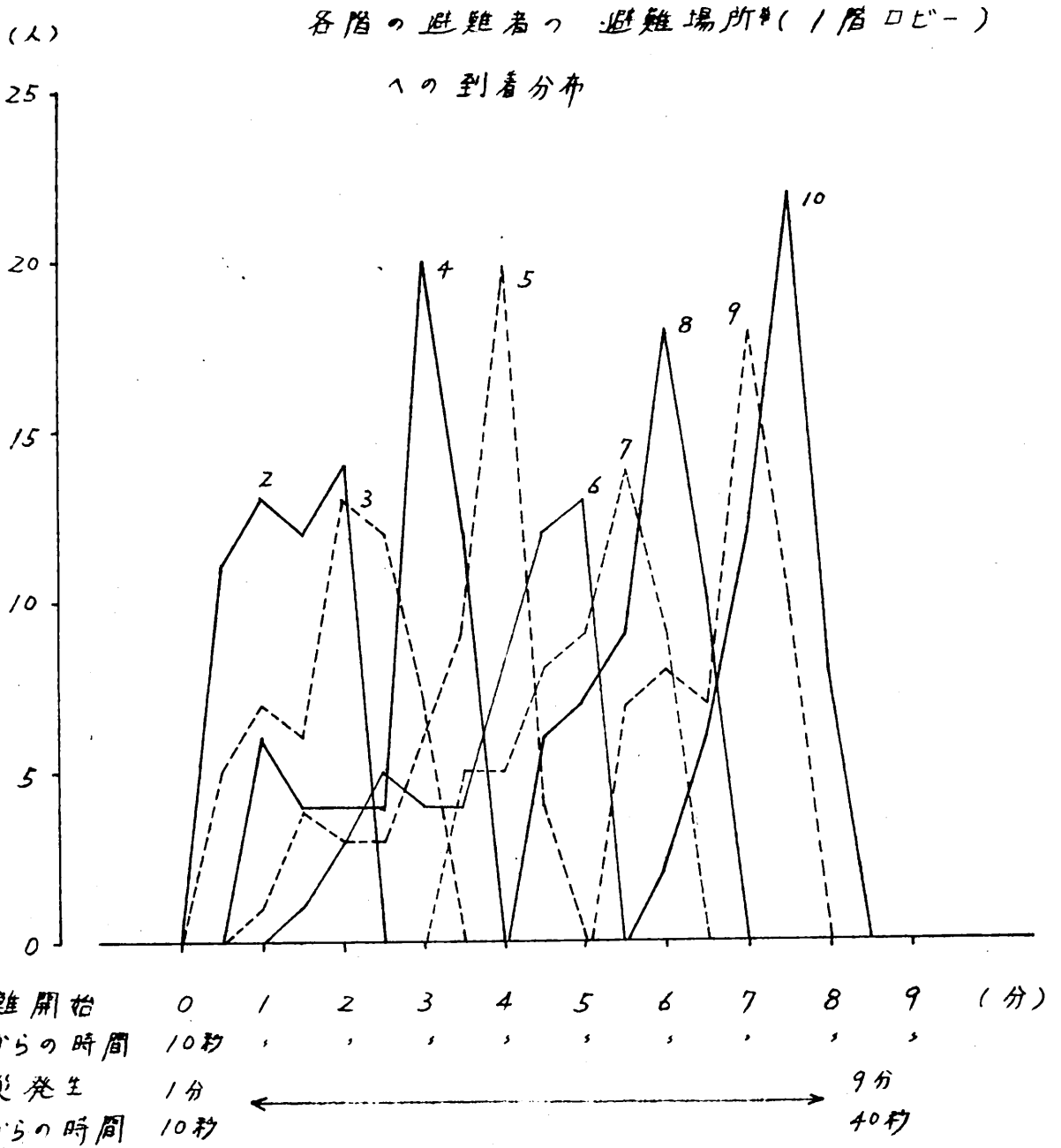
ケース・スタディ / 出力結果



待行列の人数の変化

階段避難シミュレーション (ケース・スタディ 1 の場合)

- i) 出火階である 2 階の住人も含め、全館いっせいで避難とする。
- ii) 階段中は 1m とし、群集流動係数は 最高 1.3 人/m・sec とした。



階段室のドアを半開きにしておくと、
1 方の階段は危険となる。

火災発生後1分に全館いっせいに避難したとすると、全員1階の避難場所へ避難し終わるのが、火災発生後8分ということになる。

ところが、階段室のドアがあいていると、4分後には片方の階段が使用不能となり、多くの人々が危険にさらされることとなる。

心理状態は平静な人が半分以上と多く、沈着冷静な避難行動を行なうと期待される。

b) ケース・スタディ 2

i) ~ v) までは ケース・スタディ 1 と同じとし、vi) のみ
人から 伝え 聞いて に変えた。

vi) 覚知手段 ——— 人から 伝え 聞いて

・ シミュレーション結果

ほぼ ケース 1 と同じであるが、不安を感じる人が 少し 少
い。

この場合も ケース 1 と同様 避難の途中で 1 方の 階段が 危
険に なる 可能性があり、火災階の 扉と きっこく 閉める 必要が
ある。

ケース・スタディ 2 出力結果

 * SIMULATION OF EVACUATION *

*** INPUT DATA ***

SEX	MAN	54 (人)
	WOMAN	46
EXERCISE	EXPERIENCED	86
	NO	14
BY WHAT AWARE OF FIRE	HEAR FROM OTHERS	

*** OUTPUT DATA ***

EVACUATION TIME		27 SECONDS
CONFUSION	CROWDED	14
	NOT	86
EVACUATE	AT ONCE	100
	NOT	0
EVACUATE	TO RIGHT	50
	TO LEFT	50
CHANGED HIS DIRECTION		0

*** FEELING ***

WHEN AWARE	VERY ANXIOUS	12
OF FIRE	ANXIOUS	36
	USUAL	52
WHEN	VERY ANXIOUS	22
EVACUATE	ANXIOUS	28
	USUAL	50

*** NUMBER OF THE DEAD ***

0

ケース・スタディ 2 出力結果

(人)

80	*	*		
70	*	*		
60	*	*		
50	*	*	**	
40	*	*	**	
30	*	**	**	
20	*	**	**	
10	*	**	**	**
0	*	**	**	**
		1	2	3

FEELING WHEN
AWARE OF FIRE

- 1 -- VERY ANXIOUS
- 2 -- ANXIOUS
- 3 -- USUAL

(人)

80	*	*		
70	*	*		
60	*	*		
50	*	*	**	**
40	*	*	**	**
30	*	*	**	**
20	*	**	**	**
10	*	**	**	**
0	*	**	**	**
		1	2	3

FEELING WHEN
EVACUATE

b) ケース・スタディ 3

i) ~ iv) は ケース・スタディ 1 と同じ,

v) 階数は 10階

vi) 火災発生後 4分に避難を開始する

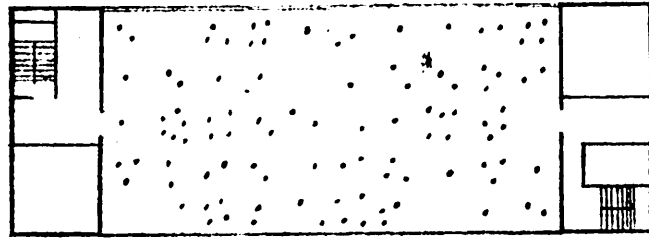
vii) 寛知手段 ——— 煙

viii) 煙は避難者が居室に入るため扉を全開した時にそこ

から噴出し、以後 1m/sec の速さで室内に拡散していくもの

とする。

ケース・スタディ 3 出力結果

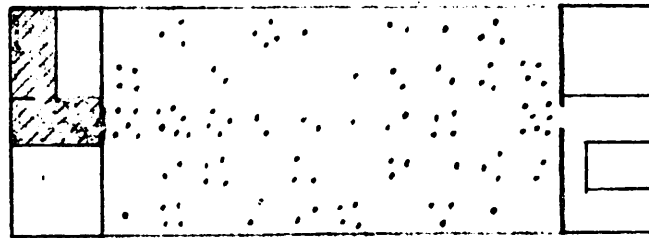


初期状態

$t_1 = 0$ 秒

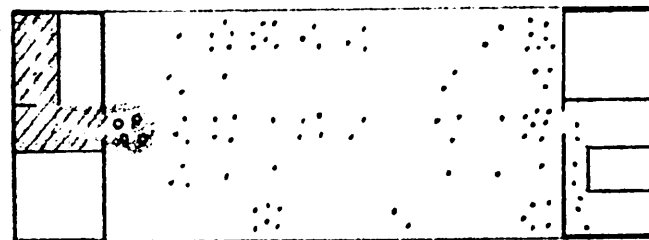
火災発生後

$t_2 = 4$ 分



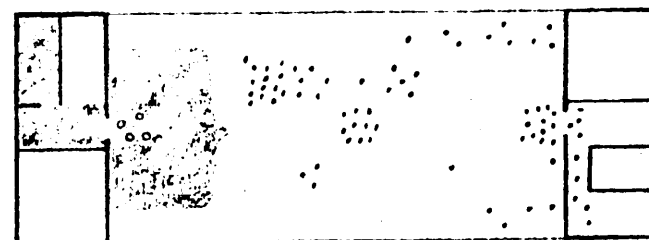
$t_1 = 5$ 秒

4秒後に避難者が左出口の扉を全開した。

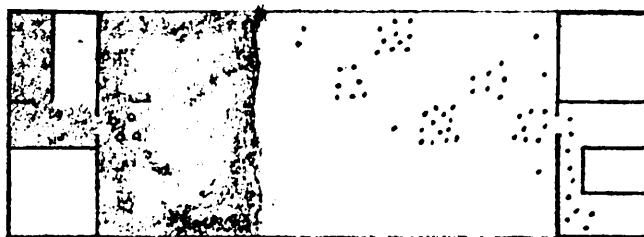
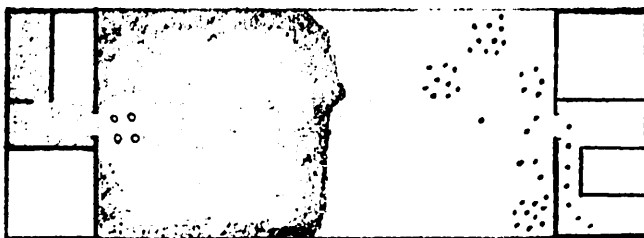
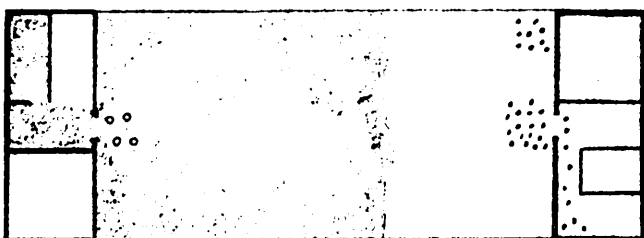
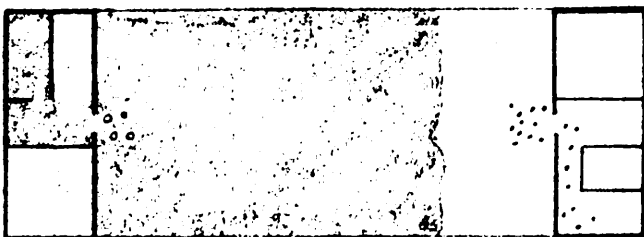


$t_1 = 10$ 秒

煙の噴出により出口付近で4人煙にまかれる。



$t_1 = 15$ 秒

 $t_1 = 20 \text{ 秒}$  $t_1 = 25 \text{ 秒}$  $t_1 = 30 \text{ 秒}$  $t_1 = 35 \text{ 秒}$

$t_1 = 40 \text{ 秒}$ で居室からの避難完了

7-スズリ45出力結果

INITIAL LOCATION:
 BYTE MATRIX SAVEVALUE

ROW / COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2 (A)	0	3	4	1	2	1	1	2	4
2	1	2	1	1	0	1	2	2	3	2
3	1	2	4	2	2	1	1	5	4	0
4	2	2	2	2	1	2	3	1	3	1
5	1	1	4	2	2	4	3	0	1	2

LENGTH OF QUEUE 1 --- TIME
 BYTE MATRIX SAVEVALUE

石出口の積行列の数

ROW / COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1	0	0	0	0	4	7	10	10	7

ROW / COLUMN	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	4	2	2	8	12	9	7	4	2	3

ROW / COLUMN	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	2	3	1	0	0	0	1	2	2	12

ROW / COLUMN	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	14	11	8	12	11	8	5	2	6	0

ROWS 1 - 13 COLUMNS 41 - 120 ARE ZERO

LENGTH OF QUEUE 2 --- TIME
 BYTE MATRIX SAVEVALUE
 ALL SAVEVALUES IN THIS MATRIX CONTAIN ZEROS

ケース・スタディ 3 出力結果

 * SIMULATION OF EVACUATION *

*** INPUT DATA ***

SEX	MAN	54 (人)
	WOMAN	46
EXERCISE	EXPERIENCED	86
	NO	14
BY WHAT AWARE OF FIRE		SMOKE

*** OUTPUT DATA ***

EVAUATION TIME		40 SECONDS
CONFUSION	CROWDED	23
	NOT	73
EVAUATE	AT ONCE	96
	NOT	0
EVAUATE	TO RIGHT	96
	TO LEFT	0
CHANGED HIS DIRECTION		50

*** FEELING ***

WHEN AWARE OF FIRE	VERY ANXIOUS	28
	ANXIOUS	32
	USUAL	40
WHEN EVAUATE	VERY ANXIOUS	34
	ANXIOUS	29
	USUAL	33

*** NUMBER OF THE DEAD ***

4

ケース・スタディ 3 出力結果

(人)

80*			
70*			
60*			
50*			
40*			**
30*		**	**
20*	**	**	**
10*	**	**	**
0*	**	**	**
	1	2	3

FEELING WHEN
AWARE OF FIRE

- 1 -- VERY ANXIOUS
- 2 -- ANXIOUS
- 3 -- USUAL

(人)

80*			
70*			
60*			
50*			
40*			
30*	**		**
20*	**	**	**
10*	**	**	**
0*	**	**	**
	1	2	3

FEELING WHEN
EVACUATE

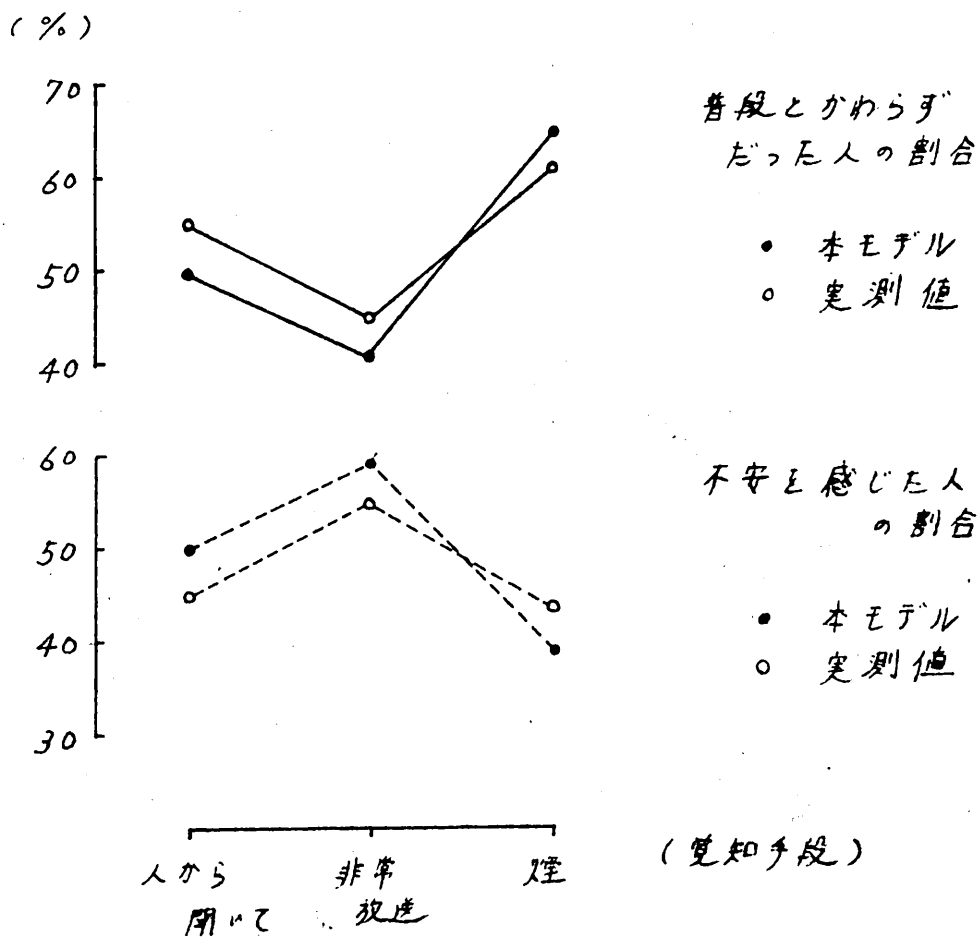
但し 方向変換による心理の
変化は考慮してゐない。

コース3では、片方の階段が既に使用不能となっているので、一つの階段を使って全員が避難することとなる。すると全員が1階に避難しおえるまでに約13分(避難開始から)かかることとなる。(階段シミュレーション結果の詳細は省略する。)この場合の避難開始時刻は出火後4分であるから、避難完了は出火後17分となる。ところが、階段室の扉と半開きのままにしておくと、こちらの階段も出火後9分には危険な状態になるが、まだ階段内には多くの人(約500人)が残っており危険にさらされることとなる。従って階段室の扉と閉めておかなければ何らかの犠牲が出ることは避けられないと思われる。

心理状態もコース1、コース2と比べかなり不安を感じる人が多くあらわれ、心理的にも危険な状態であると告げると得ず、何らかの原因でパニックがおこることも十分考えられる。

○ 心理状態の結果の精度

ケース・スタディ 1, 2, 3 により示された避難のときの気持ちと、第2章で求められた実測値と比較してみると次のようになる。



本モデルの値は実測値にほぼ等しく、傾向もあっていることがわかる。(但し、非常に不安を感じる人が実際よりも少し多くなっている。)

d) ケース・スタディ 4

ii) ~ viii) は ケース・スタディ 3 と同じであるが、避難人数を 130 人とした。

。 シミュレーション結果

結果を見ると、21 人の人が煙にまかれており、避難のときの気持ちもほとんどの人が非常に不安とらていることがわかる。

このケースはビルの最上階にあるレストラン等を想定したものの、煙が急にはいってくると、多くの犠牲が出ることを示している。犠牲者は、火災と知って避難した際誤って煙の充満している方の階段へ逃げ、階段室の扉を全開して噴出する煙にまかれたグループと、もう一方の階段へ逃げようとしたが、階段入口付近で待たされているうちに煙にまかれたグループとに分けられる。

待行列人数はかなり多くなり非常に混雑していたことを示している。心理状態も非常に不安を感じている人が大部分であり、パニックの発生も十分考えられる状況となっている。

T-R-R-Y-A の出力結果

INITIAL LOCATION
BYTE MATRIX SAVEVALUE

ROW / COLUMN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	3 (A)	1	5	4	1	3	1	2	2	6
2	2	3	1	1	0	1	2	2	4	4
3	1	6	5	2	3	2	1	6	5	1
4	3	7	4	2	1	4	4	2	3	4
5	1	1	4	4	2	4	3	0	1	3

LENGTH OF QUEUE 1 --- TIME
BYTE MATRIX SAVEVALUE

ROW / COLUMN	1	6	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0 (A)	0	0	0	0	10	14	17	17	17

LENGTH OF QUEUE 2 --- TIME
BYTE MATRIX SAVEVALUE

ROW / COLUMN	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	14	13	14	17	20	25	22	22	19	18

LENGTH OF QUEUE 3 --- TIME
BYTE MATRIX SAVEVALUE

ROW / COLUMN	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	17	17	17	17	15	15	16	17	17	17

LENGTH OF QUEUE 4 --- TIME
BYTE MATRIX SAVEVALUE

ROW / COLUMN	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	18	26	26	24	23	20	17	14	11	8

LENGTH OF QUEUE 5 --- TIME
BYTE MATRIX SAVEVALUE

ROW / COLUMN	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1	5	6	6	6	45	46	47	48	49	0

ROWS 1 - 1, COLUMNS 51 - 120 ARE ZEROS

LENGTH OF QUEUE 6 --- TIME
BYTE MATRIX SAVEVALUE 7
ALL MSAVEVALUES IN THIS MATRIX CONTAIN ZEROS

ケース・スタディ4の出力結果

 * SIMULATION OF EVACUATION *

*** INPUT DATA ***

SEX	MAN	72 (人)
	WOMAN	58
EXERCISE	EXPERIENCED	111
	NO	19
BY WHAT AWARE OF FIRE		SMOKE

*** OUTPUT DATA ***

EVACUATION TIME		47 SECONDS
CONFUSION	CROWDED	94
	NOT	15
EVACUATE	AT ONCE	109
	NOT	0
EVACUATE	TO RIGHT	109
	TO LEFT	0
CHANGED HIS DIRECTION		62

*** FEELING ***

WHEN AWARE OF FIRE	VERY ANXIOUS	35
	ANXIOUS	46
	USUAL	49
WHEN EVACUATE	VERY ANXIOUS	82
	ANXIOUS	13
	USUAL	14

*** NUMBER OF THE DEAD ***

21

ケース・スタディ4の出力結果

(人)

80	*			
70	*			
60	*			
50	*			**
40	*	**	**	**
30	*	**	**	**
20	*	**	**	**
10	*	**	**	**
0	*	**	**	**

1 2 3

FEELING WHEN
AWARE OF FIRE

- 1 -- VERY ANXIOUS
- 2 -- ANXIOUS
- 3 -- USUAL

(人)

80	*	00		
70	*	**		
60	*	**		
50	*	**		
40	*	**		
30	*	**		
20	*	**		
10	*	**	**	**
0	*	**	**	**

1 2 3

FEELING WHEN
EVACUATE

むすび

以上で、人間の行動・心理を中心とする人間-火災系の一端が明らかになったものと思われる。

しかし、第2章で求められた結果はこの事例独特のものであれば、普遍的な性質のものもあろう。従って、さらに他の事例でのデータも集め比較検討してみることが必要である。データが多くなれば何か別の事実も出てくるかもしれない。とどめ、いろいろ場合の多くのデータを集積し解析していくことが今後の課題であろう。それにはデータの集め方、質問項目の選択等他の問題もあり一考を要する。

第3章のシミュレーションモデルは心理を求めるところまではきたが、まだ心理で行動を左右したり、行動にバリエーションをとらせるところまでは行っていない。また煙流動のシミュレーションも計算時間(CPU TIME)をもっと短くして実用的にし、避難行動のシミュレーションとの合体とよりスムーズにすることも必要である。より一層の発展が望まれる。

等々数多くの問題はあるが、一応の成果は求められたものと確信している。

謝 辞

本論文とよどめにあたり、2年間 指導教官として 学問に對する考え方や等の 基本的なもののから、火災・避難に関する専門的なものについて、教々の教示・示唆といただいた 斎藤平蔵 教授に 心より 深謝の意を表します。

また、折に小れ、教々の 適切な助言といただいた 野村豪助教授、松尾陽助教授、鎌田元康講師にも重ねて感謝いたします。

斎藤研・野村研・松尾研・鎌田研の大学院生の皆様にも私の専門外のことも含めて教々のことと教わり 感謝いたします。

最後に、私と同分野の研究を行っており、種々の議論を重ねることもあり、建築学会安全計画小委員会の委員 誼兄、東京消防庁 河崎氏、斎藤研 述本氏、同卒論生 荒木、松本、照原 君にも感謝の意を表します。

参考文献

第1章に関するもの

- 1) 日本火災学会誌 「火災」
- 2) NFPA 「FIRE JOURNAL」

第2章に関するもの

- 3) 社会統計学 守田 三郎 丸善
- 4) *The Behaviour of People in Fire* P. G. Wood
Fire Research Note No. 953

第3章に関するもの

- 5) 群衆流の観測に基づく避難施設の研究 戸川 喜久二
- 6) *Pedestrian Planning and Design* J. J. Fruin
邦題 歩行者の空間 鹿島出版会
- 7) *Evacuation and Other Fire Safety Measures in High-Rise Building* J. L. Pauls

付 章

Bビル火災・アンケート表 その仕様表

及び

単純集計表

ブリジストンビル アンケート 仕様書

760602 作成 上原

コラ
No.

番号の記述のないものは、
すべて A を 1 とし 順に 番号を 施している。

1
2
3
4
5
57
6
58

アンケート表 番号

性別 1 ----- 男
2 ----- 女

年齢 1 ----- 19 以下 2 ----- 20 ~ 24
3 ----- 25 ~ 29 4 ----- 30 ~ 34
5 ----- 35 ~ 39 6 ----- 40 ~ 44
7 ----- 45 ~ 49 8 ----- 50 ~ 54
9 ----- 55 以上

A-1 あなたは当ビルに、いつ頃から勤務されていますか。 昭和 年頃
1 ----- 50年 2 ----- 49年
3 ----- 48 ~ 45年 4 ----- 44 ~ 40年
5 ----- 39年 ~

A-2 あなたの職場における役職はなんですか。
ア. 部長以上 イ. 課長 ウ. 係長
エ. 主任 ホ. 係員 カ. その他()

A-3 あなたが普段勤務している場所は、何階ですか。 階
1 ~ 9 ----- そのまま階数とあらわす
10 ----- RF 11 ----- B1
12 ----- B2

A-4 過去に火災に遭遇した経験がありますか、あるとすれば何回ぐらいありますか。
ア. ある イ. ない
1 ~ 8 ----- アの回数とあらわす
9 ----- 1

B-1 火災が発生する直前、あなたは何階のどの辺にいましたか。
(1) いた階
ア. 地下2階 イ. 地下1階 ウ. 1階 エ. 2階 オ. 3階
カ. 4階 キ. 5階 ク. 6階 ケ. 7階 コ. 8階
サ. 9階 シ. 屋上 ス. その他()

13 ----- ビル外 14 ----- エレベータ内
15 ----- 外壁にて作業中
16 ----- その他

32

(2) 前(1)の質問でアはいと答えた方はどの程度混雑していましたか。

- ア. 前後・左右の人と密着するぐらい。
- イ. 前後・左右の人とやや接触するぐらい。
- ウ. 楽に歩行できたが、普通よりも歩く速度がやや遅かった。
- エ. その他

33

(3) 階段内・避難橋で周囲の人々はどんな様子でしたか。

- ア. 非常に整然としていた。 イ. 整然としていた。
- ウ. やや混乱していた。 エ. 非常に混乱していた。
- オ. 分らない。 カ. その他

34

B-12 避難しているとき、煙は見えましたが。

- (1) ア. はい イ. いいえ

59

(2) 前(1)の質問でアはいと答えた方はどこで見えましたか。

- ア. 自社ビルの 階 イ. 自社ビルの屋上
- ウ. 隣接ビルの屋上 エ. 地上

1~9 ----- アの階数 10 ----- アの RF
 11 ----- アの B1 12 ----- アの B2
 13 ----- イ
 14 ----- ウ
 15 ----- エ

35

(3) 前(2)の質問でアに答えた方は、どの辺に見えましたか。

- ア. 室内 イ. 廊下 ウ. エレベーター付近
- エ. 階段 オ. その他()

5 ----- 巻 6 ----- 室の出入口
 7 ----- その他

36

(4) 前(1)の質問でアはいと答えた方は、煙はどんな状況でしたか。

- ア. 非常に濃い煙があった。 イ. 濃い煙があった。
- ウ. 白い煙があった。 エ. 薄煙が若干あった。
- オ. その他()

37

B-13

(1) 避難しているとき、あなたはどんな気持ちでしたか。

- ア. 非常に不安だった。 イ. やや不安だった。
- ウ. 普段と変らなかつた。 エ. その他()

38

(2) 避難しているとき、避難口誘導灯が見えましたか。

- ア. 見えた イ. 見えない ウ. その他()

39

(3) 避難を開始してから終了するまでに何分位かかったと思いますか。

から まで 分くらい

1~5 ----- そのほか 分位

6 ----- 6~10分 7 ----- 11~20分

8 ----- 21~30分 9 ----- 31分以上

40 B-14

(1) 安全な場所に避難し終るまでに、あなたは地下1階が火災であることがわかりましたか。 ア. はい イ. いいえ

41

(2) 前問の質問でアはいと答えた方は、いつわかりましたか。

ア. 避難開始前 イ. 避難途中 ウ. その他()

42

(3) それは何によってわかったのですか。

ア. 人から聞いて イ. 非常放送を聞いて
ウ. 自分で確認して エ. その他()

43

(4) 前問の質問でイ. いいえと答えた方はその理由はなんですか。

ア. 人から聞いたけれど、結果的に誤った情報だった。
イ. 知る機会がなかった。
ウ. 知る必要性を感じなかった。 エ. その他()

60 B-15 最初に煙に気付いたのはどこですか。

(1) 階は 階

A-3 と同様

44

(2) 場所は

ア. 室内 イ. 廊下 ウ. エレベーター付近 エ. 階段
オ. 自社ビルの屋上 カ. 隣接ビルの屋上 キ. 地上
ク. その他()

45

(3) その時の煙の状況はどうでしたか。

ア. 非常に濃かった。 イ. 濃かった。 ウ. 白い煙だった。
エ. 薄煙が若干あった。 オ. その他()

46

(4) その後、煙の状況に変化がありましたか。

ア. はい イ. いいえ ウ. わからない。

47

(5) 前4問の質問でアはいと答えた方はどんな状況に変化しましたか。

ア. 非常に濃くなった。 イ. 濃くなった。
ウ. やや薄くなった。 エ. 非常に薄くなった。
オ. その他()

BRIDGESTONE BUILDING ENQUETE TANJUN SHUKEI
 DATA-----369

コナ No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	0	210	159	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	12	124	70	66	40	17	17	8	15	0	0	0	0	0	0	0
4	6	63	100	123	39	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	32	8	32	6	4	210	77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	6	51	14	8	3	1	0	0	0	284	0	0	0	0	0	0	0
7	35	22	294	2	2	2	1	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0
8	78	67	134	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	28	129	105	70	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	29	78	82	62	105	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	13	94	146	83	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	12	18	22	123	172	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	18	26	101	22	14	22	149	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	47	52	34	113	112	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	242	21	23	62	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	39	220	60	15	16	9	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	22	36	64	43	31	167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	102	125	101	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	332	2	6	17	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	73	78	157	10	30	20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

