

名古屋駅前地区地下空間の危険度評価

名古屋大学工学部建築学科
防災安全工学講座
辻本研究室
長谷部 弥

1992年2月12日

目次

1	序	1
1.1	はじめに	1
1.2	論文の背景・目的	2
1.3	基本的な考え方	3
2	名古屋駅前地区地下空間における危険度評価法	5
2.1	管理区画間の実態調査	5
2.2	煙による汚染の評価値 (Risk A) の計算方法	13
2.2.1	管理区画 (i) の出火の場合に自身が煙による汚染を受ける可能性を示す評価	13
2.2.2	管理区画 (i) の出火の場合に他の管理区画 (j) に煙汚染を及ぼす可能性の評価	16
2.3	避難安全性 (Risk B) の評価法	20
2.3.1	評価法	20
2.3.2	直通階段数・階段幅の分布	22
2.3.3	開設年の違いによる直通階段数・階段幅の分布について	22
2.4	考察	24
3	各種対策による防災性能の改善	25
3.1	防災性能改善のための対策	25
3.2	有効な区画の形成による防災性能の改善	29
3.2.1	改善の考え方	29
3.2.2	改善効果のシミュレーション	30
3.3	ブロック化による防災性能の改善	32
3.3.1	改善の考え方	32
3.3.2	改善効果のシミュレーション	33
3.4	その他の対策による改善	38
3.5	考察	39
4	まとめ	40

第 1 章

序

1.1 はじめに

わが国の地下街は、1932年に東京の須田町において開設された地下鉄ストアが最初である。その後、1960年代以降の日本経済の復興・自立成長期にはいると、地下鉄道・駅前広場・地下駐車場等の公共事業やビル地下の利用が活発化し、全国各地に地下空間が開設・整備されていった。

名古屋においても1957年の地下鉄東山線の開通に伴って名古屋駅前地区に地下街が初めて誕生すると共に、豊田ビルや毎日ビルの地下が開設された。1970年代にはいると、日本経済の高度成長に伴って地下空間も急速に成長し、名古屋駅および栄地区でも地下街が続々と誕生した。1965～1975年にかけて、ビル地下を利用した各種店舗も拡大し、ほぼ現在の名古屋駅前地区の地下空間が構成された。文献 [1]

地下空間は、

- ・ 商店街・駐車場などを有し、火災荷重が大きく火気も散在する。
- ・ 地下空間全体を見ることができないので、ふだんから位置関係を正しく認識することが困難であり、非常時においてはさらに自己の位置づけ、方向性の把握が困難になる。
- ・ 地下街の居住者、通行者は不特定多数であり、人数の日変動、時間変動が大きい。
- ・ これら上記に伴い、災害時の人的二次災害発生の可能性が大きい。

などの様々な防災上の問題を抱えている。文献 [2]

例えば、名古屋駅前地区の地下空間は地下街・ビル地下・地下鉄道駅などの異なった空間の集合体であり、異なる監督省庁(ビル地下は建設省、地下鉄道駅は運輸省、地下街は建設省・運輸省・消防庁・警察庁・資源エネルギー庁の5省庁)が管理しているためかかってくる法が異なり、要求される防火性能が異なるので総合的な防災管理がされていると言いがたい。また、火災で発生した煙は人々の避難方向(地下から地表)へと流動し避難障害となる可能性が高い。また、火煙の危険からできる限りはやく避難したいと思う群衆が正しい情報、出口に殺到する事などによって人的二次災害発生の可能性もある。文献 [1]

名古屋駅前地区の地下空間は利用者側からみると、1つの巨大な地下空間のように見えるが、実際は先に述べたように3つの異なった空間から構成されており、ビル地下・地下街

ではさらに別々の管理区画に分かれて、全部で42の管理区画が存在している。地下空間を利用している人々のほとんどが、このことを認識していない。そのために、火災が発生したときに人々にかかるリスクが一様でない、というような不公平が生じることになる。

1.2 論文の背景・目的

名古屋地下街等対策委員会が名古屋駅前地区地下空間の主として火災に対する危険度評価法の開発を目的として、30の管理区画のアンケート調査を行い、危険度評価を行った。その報告書[1]に示されている危険度評価法には以下のような問題点があることが分かった。

- 管理区画個別の特性のみを用いて危険度評価を行っているが、実際には他の管理区画と空間的に連続しているため、ある管理区画で火災が発生した場合に相互に煙が伝播する可能性があり、個別に危険を判断される管理区画に隣接する区画では危険度が増加すると判断されるにもかかわらず、これが評価されていない。
- 1990年度の性能評価に採用している項目は個々の管理区画に固有のもの、即ち改善できないものが多く、評価項目としては適切でない。

これらの問題点を改善するために以下のことを本論文の目的としている。

- 1 各管理区画間の接続部の状態を知るために、接続部の実態調査を行う。
 - 2 1) 1990年度の危険度評価の結果を、
 - a) ある管理区画からの出火による煙汚染の可能性を示す評価値
 - b) 避難安全性を示す評価値に分離する。
 - 2) 各管理区画間の接続部の状態から、ある管理区画が火災の場合にどの程度隣接する管理区画へ煙汚染を及ぼすかを計算する方法を示す。
 - 3) 1)のa)の評価値と、2)の方法により求められる他の区画から出火した場合に煙で汚染される可能性を示す評価値を合算し、ある管理区画が煙による汚染を受ける可能性を示す評価値を求める。
 - 4) 3)で求めた煙による汚染を受ける可能性を示す評価値と1)のb)の避難安全性を示す評価値それぞれに対し改善策を示し、改善の効果をシミュレーションする。
- 3 上述の項目を、主に避難安全性を示す評価値を求める評価項目に入れ込む形で昨年度の評価項目を改善する。

1.3 基本的な考え方

- 地下街等においてある管理区画 (i) の火災に対する危険度は、

Risk A : その空間が煙による汚染を受ける可能性 と

Risk B : 煙により汚染された場合、その空間から避難しやすいか

の2面から考えられる。

- 1990年度の評価法も大きく分ければ、Risk Aに対応する項目として物理的環境・出火危険・店舗内危険・通路内危険、Risk Bに対応する項目として避難安全性に分けることができる。
- 1990年度の評価法による上記4項目(物理的環境・出火危険・店舗内危険・通路内危険)の評価値の合計を管理区画(i)が出火した場合にその管理区画が煙による汚染を受ける可能性を示す値とし、これに他の管理区画が出火した場合に管理区画(i)が煙による汚染を受ける可能性を示す評価値(管理区画間のつながりの状態から算出したもの)を加えてRisk Aに対応する防災性能評価値とする(2.2節参照)。残った1つの評価項目をRisk Bに対応する避難安全性の評価値とする(2.3節参照)。
- Risk Bに対応する避難安全性の評価項目としては表2.5の評価項目を充実する形で、よりソフト的な項目(例えば、非常用照明の点検時の床面照度・誘導灯や表示システムの整備)を加えて充足を図る。
- 改善の対象を選別する方法としてはRisk AとRisk Bのそれぞれの評価値から行うが、これらの評価値は独立した評価値であるので、それぞれの評価値に対して点数の悪い管理区画を選別することにする。
- 煙による汚染の評価値(Risk A)が極端に高い管理区画は、煙汚染の伝播を減らすために隣接管理区画との接続部を改善する方向で防災対策が選択されるべきである。
- 避難安全性の評価値(Risk B)が極端に高い管理区画(評価項目から判断すると、その管理区画内では幅の広い外気に通じる直通階段が十分に確保されないものである。)については、周辺の管理区画への水平方向の避難を計画的に取り入れる方向で防災対策が選択されるべきである。この水平避難は近接管理区画との防災面での一体化(ブロック化)によって実現されると考える。具体的にはシャッターの二段降下・避難経路となる管理区画との間の情報伝達の円滑化・避難誘導灯と避難方向の整合性等の防災対策により保証されると考えられる。

以上を基本的な考え方として、それぞれの管理区画自身の火災による危険・隣接した管理区画の火災による煙伝播の危険・火災の際の避難の安全性についての評価の3つを計算し、それに対する改善策を提案する。図1.1に評価の流れと本論文での検討事項を示す。

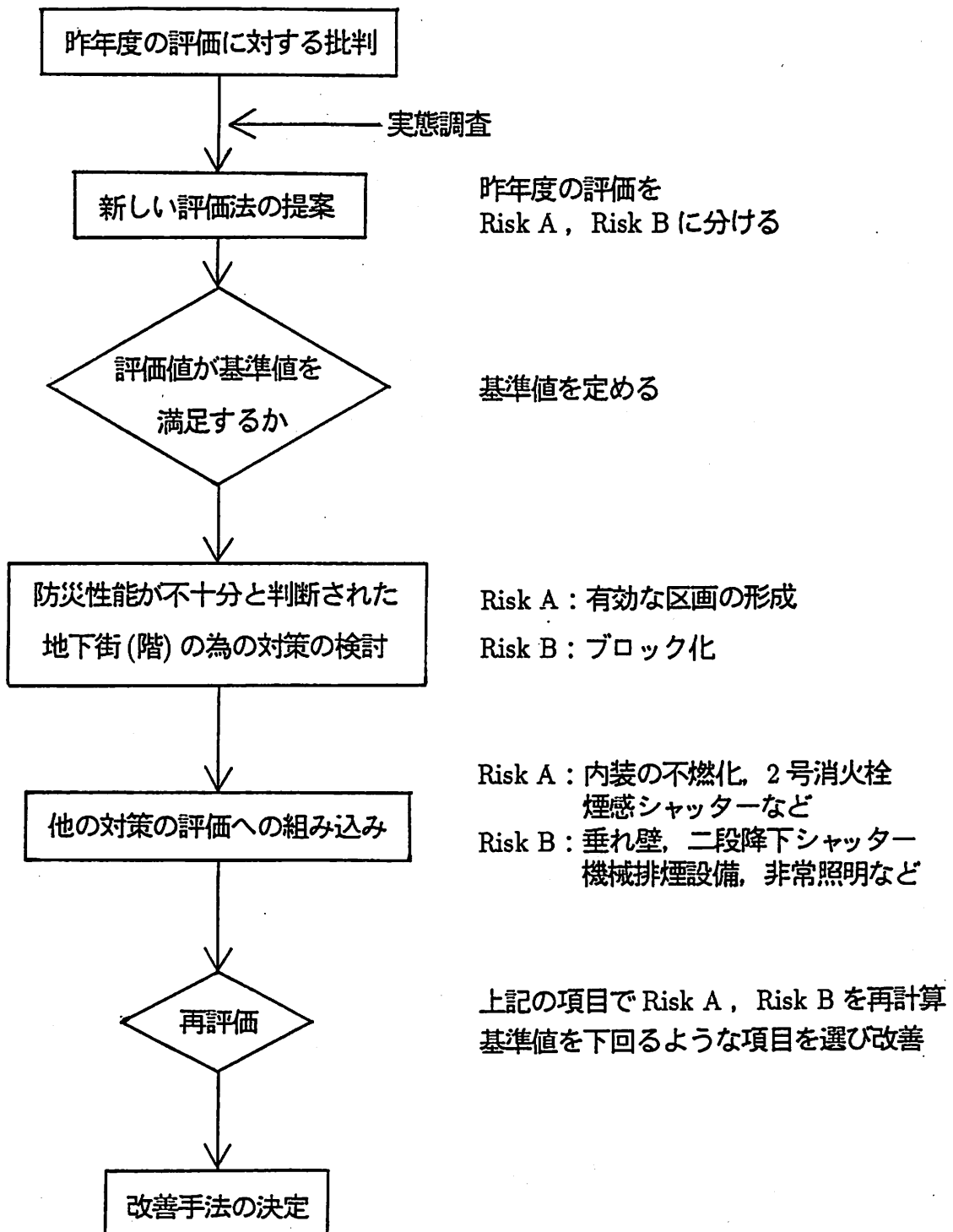


図 1.1: 評価の流れと本論文での検討事項

第 2 章

名古屋駅前地区地下空間における危険度 評価法

2.1 管理区画間の実態調査

- 調査目的

名古屋駅前地区の地下空間は、利用者側からみると1つの巨大な地下空間のように見えるが、実際は監督省庁の異なる3つの空間、地下街・ビル地下・地下鉄道駅から構成されており、それらが一体化しているように見えるだけである。また、かかってくる法が異なっているので総合的な防災管理がされているとは言い難い。したがって、ある管理区画で発生した火災が管理区画間の接続部の状態によりどの程度まわりの管理区画に影響を及ぼすか、ということが問題になってくる。そこで影響を及ぼす程度を示す1つの評価として煙汚染の伝播度が考えられる。その伝播度というのは、管理区画間の接続部の開口面積とその部分の防火シャッター・防火戸の性能・作動方法などと密接な関係があると考えられるので、それらの実態をつかむために1991年6月10日(月)～14日(金)に名古屋駅前地区地下空間内の管理区画間の接続部を1つずつ全て調査した。方法は、管理区画の接続部において、管理者に対しての現場でのヒアリング調査である。項目は、管理者・開口の大きさ・性能・作動方法・開閉時間等である。(表 2.1, 表 2.2参照)

- 調査結果

(1) 管理区画間の開口について

今回の調査では、管理区画間の接続部において、防火シャッターあるいは防火戸が1枚閉じると通り抜けができなくなるものを「開口」と呼ぶ。

複数枚のシャッター・扉が並列に並んでいる場合、開口の数はシャッター・扉の枚数分だけあるとして数えることにする。また、シャッター・扉が直列に並んでいることもあるが、その場合には、枚数に関係なく開口の数は1つとする。

シャッター・扉が閉鎖して通り抜けが不可能になった場合、そのシャッター・扉に近接しているくぐり戸から通り抜けることができることもあるが、このようなくぐり戸は開口としては数えない。

開口の数え方の概念図を図 2.1に示す。

上記の定義によって数えたとき、シャッター・扉の総数は 126 で、開口の総数は 111 であった。調査結果の一部を表 2.3に示す。

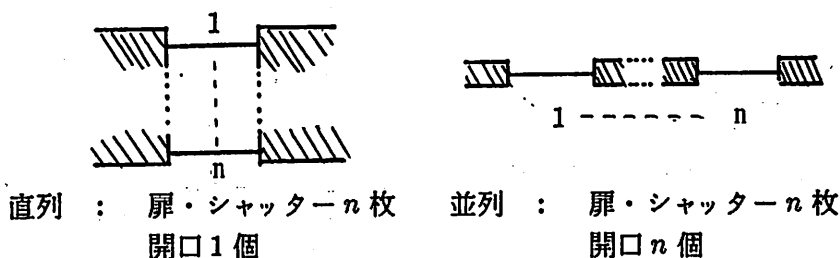


図 2.1: 開口の数え方の概念図

(2) 開口の大きさ(幅×高さ)の分布について

シャッター・扉の幅および高さについての分布を調べてみた。シャッターおよび扉の幅・高さについてヒストグラムの形で集計したものが図 2.2である。これらを見ると、幅については平均値が 4m 近くあり、分布にかなりのばらつき(最大 10.1m)があることが分かる。また、高さについては地下空間の天井高さで規定されている部分があるため、全体の約 9 割が 2.0m ~ 2.9m の範囲に入っている。つまり高さ方向についてはほとんど平均化(2.48m)していると考えられる。

上記の分析をシャッターのみおよび扉のみで行うと、扉のほうが幅・高さとも全体の平均よりも若干小さいことが分かる。

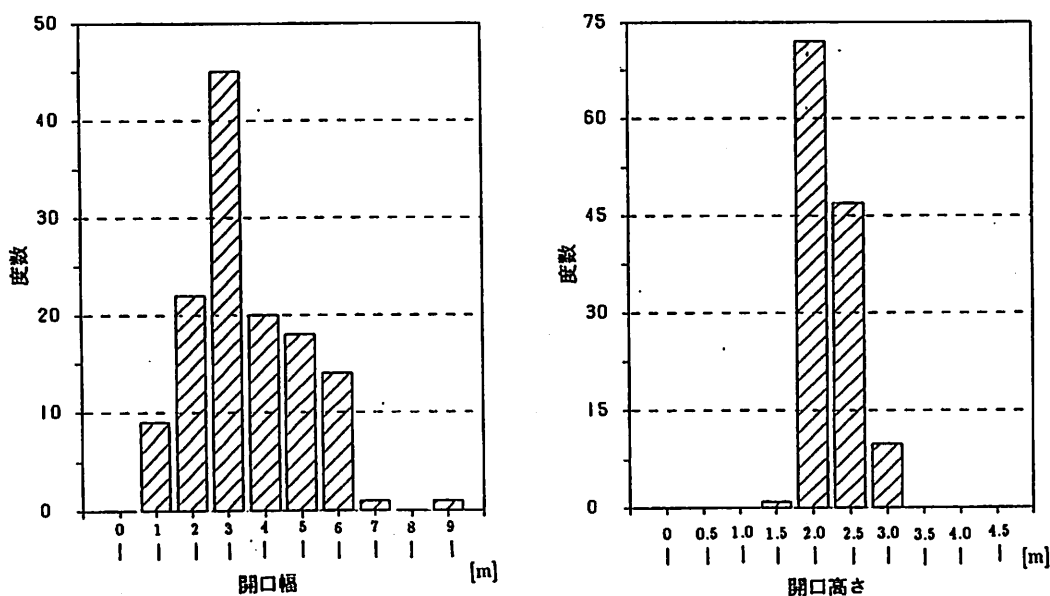


図 2.2: シャッターおよび扉の幅・高さについての分布

(3) 天井高の差について

今回の調査で開口に0.5m以上の天井高の差があったところは35ヶ所であり、そのうちの11ヶ所がサンロードとそれに隣接する管理区画の間のものであった。平均値は1.47mであり、サンロード側が低い。天井高の差は煙の流れに影響を与えるので、天井高の高い方の管理区画は隣接区画からの煙汚染の影響を受ける可能性が大きくなると考えられる。

(4) 開口の種類分布について

開口の戸の作動方法の種類としては、煙感知器連動方式、熱感知器連動方式、熱ヒューズ方式、現場電動方式、現場手動方式の5種類あることが分かった。約9割が煙感知器連動方式か現場電動方式のどちらかであり、駅につながる開口は閉鎖性能の信頼性が高い煙感知器連動方式が取り付けられている。駅から離れたビル地下の開口部は、地下街を歩いてきてそのビルに入るという目的だけのためにあるような開口が多いので、作動方法が現場電動方式によるものがほとんどであった。

作動方法	数
煙感知器連動方式	83
熱感知器連動方式	2
熱ヒューズ方式	8
現場電動方式	32
現場手動方式	3

(5) 開放時間について

駅側が管理している開口は始発電車から最終電車の時間まで開けている必要があるため、その開口の開閉時間は5:00～24:00に集中している。24時間中開いている開口は16ヶ所あった。約8割の開口が8:00には開放されている。通路になっている開口が多いので、休日でも開放されている開口がほとんどである。

管理区画は、地下街・ビル地下・地下鉄道駅の3つに分類されるので、開口の種類は以下の6種類となる。

駅舎・地下街間	開口の総数は42カ所である。そのほとんどが煙感知器連動方式の甲種防火防煙のシャッターであり、熱感知器・ヒューズがそれぞれ1カ所ずつあった。甲種防火扉は2枚あり、二段降下式シャッターも20カ所付いていた。
地下街・ビル地下間	開口の総数は29カ所である。甲種防火防煙のシャッターが多いが、約1/3が甲種防火シャッターであった。作動方法は煙感知器連動方式と現場電動方式が13カ所、熱ヒューズ2カ所、現場手動方式1カ所だった。また、シャッターが直列(二重)に並んでいるところも7カ所あった。
駅舎・ビル地下間	開口の総数は15カ所である。作動方法は、現場電動方式が9カ所、煙感知器連動方式が6カ所であり、3/4が甲種防火防煙で残りが甲種防火だった。
駅舎間	開口の総数は5カ所と少ない。地下鉄1号線名古屋駅と名鉄新名古屋駅が4カ所あるが全て甲種防火防煙で熱ヒューズで連結している。二段降下式のものはない。残りの1つは、名鉄新名古屋駅と近鉄名古屋駅間の開口で煙感知器連動方式の甲種防火シャッターである。
地下街間	これも総数は5カ所と少ない。煙感知器連動方式と現場電動方式が2カ所ずつで現場手動方式が1カ所だった。甲種防火防煙3カ所、甲種防火2カ所だった。
ビル地下間	開口の総数は15カ所である。煙感知器連動方式と現場電動方式は約半分ずつあり、1カ所現場手動方式があった。甲種防火が2/3で残りが甲種防火防煙だった。シャッターが直列に並んでいるところは8カ所あった。

このように細かく分類してみると、その開口が属している管理区画によって違いがでてくることが分かる。

全体として

- 駅・ビル地下・地下街というようにその地下空間の用途によって開口部の性能や作動方法が異なり、また開設年の違いにより(年代の新しいものほど性能の良いシャッター・扉が取り付けられる)、開口部の性能や作動方法に影響を与えていると考えられる。
- 人通りの多いところ(地下鉄1号線名古屋駅、名鉄新名古屋駅、サンロードにつながっているところ)は通路幅員が広く、結果として戸が複数枚平行に取り付けられている。開口の閉鎖性が低ければこの部分での煙伝播の可能性は他の部分よりも高くなると考えられる。

ということが言える。

以上の結果から、ある管理区画が出火したときに隣接した区画へ開口部を介して煙汚染が拡がる過程を推察するに、汚染の強さを左右する主たる要因として以下の3つがあげられる。

- 1) 開口部の大きさ
- 2) 閉鎖機構に依存する開口部の開放確率
- 3) 開口部前後の天井高の差による蓄煙効果

これらの要因は幾何学的にはそれぞれ独立であるが、2.2.2節の評価法ではとりあえず、開口部の大きいところは接続される空間も大きく、小さいところでは空間も小さいことが一般であることから、伝播する汚染の強さ(例えば煙濃度)は開口が開いていれば開口の大きさには強く影響されないと判断し、2)の開放確率を主たる評価項目とした。また、3)の天井高の差の影響は複雑な煙流動解析が必要であると判断されるが、ここでは考慮していない。

表 2.1: 調査表 (防火シャッターについて)

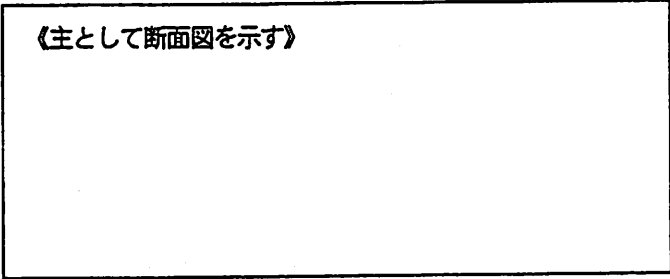
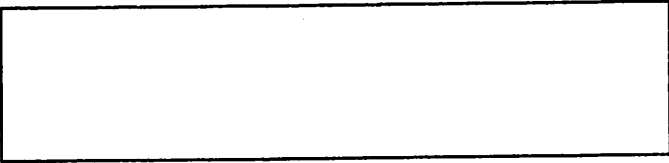
つなぎめ部分の防火区画の調査表 (シャッター)
整理番号 _____

名称 (地下街・ビル地下)

V S

(番号の若い方)

(番号の大きい方)

防火戸の管理	_____側で維持管理			
開口部の大きさ (間口×高さ)	_____ × _____ m			
くぐり戸の有無	有・無	(有の場合) 大きさ		_____ × _____ m
区画の状況 ※戸あるいはシャッターが複数ある時はその状況を右図に示す:	《主として断面図を示す》 			
性能	防火防煙	防火	防煙	その他
	甲種	乙種	その他	
運動方法 ※感知器運動の場合は設置場所を図示する	・感知器作動 (煙・熱・熱ヒューズ・その他 ()) ・現場操作 (自動・手動) ・遠隔操作 ・常時閉鎖式 ・その他 ()			
				
管理方法 ・ドアの開閉時間 (開) _____ : _____ (閉) _____ : _____ ・開閉責任者 _____側で開閉 ・休日とその対応 ()				
つなぎめ部分の天井裏の処置 ①防火区画的な処理がしてあるか ②ダクトの貫通がある場合に処理はどうか ③その他				

整理番号	名称	管理者	開口の大きさ	くぐり戸	種類	連動方式	二段階降下	開閉時間	休日	段差
1-2-1	サンロード-新名フード	新名フード(シャッター)	5.5m×2.3m		甲種 防火	現場 自動	無	7:00~22:00	開	
1-6-1	サンロード-メルサst	メルサst(ドア)	5.8m×2.3m	2.3m×2.5m	甲種 防火防煙	現場 自動	無	7:00~22:00	開	サンロード1.2m
1-10-1	サンロード-名鉄百貨店	名鉄百貨店(シャッター)	2.8m×2.1m		甲種 防火防煙	現場 自動	無	7:00~22:00	開	名鉄百貨店1.1m
1-10-2	同	名鉄百貨店(シャッター)	2.5m×2.3m		甲種 防火防煙	ヒューズ	無	10:00~22:00	開	
1-10-3	同	名鉄百貨店(シャッター)	4.1m×2.5m		甲種 防火防煙	現場 自動	無	10:00~19:00	閉	名鉄百貨店1.3m
1-10-4	同	名鉄百貨店(シャッター)	3.7m×2.1m		甲種 防火防煙	現場 自動	無	10:00~19:30	閉	
1-11-1	サンロード-豊田ビル	豊田ビル(シャッター)	2.5m×2.7m		甲種 防火防煙	煙	現場 自動	7:30~22:00	開	豊田ビル1.3m
1-11-2	同	豊田ビル(シャッター)	3.6m×2.1m		甲種 防火防煙	現場 自動	現場 自動	7:30~22:00	開	豊田ビル1.2m
1-11-3	同	豊田ビル(シャッター)	3.5m×2.8m		甲種 防火防煙	煙	現場 自動	7:30~22:00	開	豊田ビル0.5m
1-12-1	サンロード-毎日ビル	毎日ビル(シャッター)	3.6m×2.8m		甲種 防火	現場 自動	無	7:00~22:00	開	
1-12-2	同	毎日ビル(シャッター)	4.5m×2.3m		甲種 防火防煙	煙(両)	無	7:00~22:00	開	毎日ビル0.9m
1-13-1	サンロード-三井ビル北	三井ビル北(シャッター)	2.9m×2.6m		甲種 防火	現場 自動	無	7:00~22:00	開	三井ビル北1.6m
1-13-2	同	三井ビル北(シャッター)	4.8m×3.0m		甲種 防火	現場 自動	無	7:00~22:00	開	三井ビル北1.1m
1-20-1	サンロード-菱借ビル	菱借ビル(シャッター)	3.0m×2.4m		甲種 防火	現場 自動	無	7:30~22:00	開	菱借ビル1.1m
1-22-1	サンロード-近鉄百貨店	近鉄百貨店(シャッター)	2.8m×2.4m	0.8m×2.0m	甲種 防火防煙	煙(両)	無	6:45~22:00	開	
1-22-2	同	近鉄百貨店(シャッター)	1.8m×2.4m		甲種 防火防煙	煙(両)	無	6:45~22:00	開	
1-22-3	同	近鉄百貨店(シャッター)	1.5m×2.4m		甲種 防火防煙	煙	無	0:00~24:00	開	
1-22-4	同	近鉄百貨店(シャッター)	3.5m×2.4m		甲種 防火防煙	煙	無	0:00~24:00	開	
1-23-1	サンロード-名鉄アスカミ	名鉄アスカミ(シャッター)	10.1m×2.4m		甲種 防火防煙	ヒューズ	無	7:00~22:00	開	名鉄アスカミ0.7m
1-38-1	サンロード-1号名駅	サンロード(シャッター)	5.0m×2.3m	1.0m×2.0m	甲種 防火防煙	煙	現場 自動	7:00~22:00	開	
1-38-2	同	サンロード(シャッター)	3.8m×2.3m		甲種 防火防煙	煙	無	7:00~22:00	開	
1-38-3	同	サンロード(シャッター)	3.9m×2.4m		甲種 防火防煙	煙(両)	無	7:00~22:00	開	
1-38-4	同	サンロード(シャッター)	3.5m×2.4m		甲種 防火防煙	煙	無	9:00~19:00	閉	
2-5-1	新名フード-ミヤコ地下	ミヤコ地下(シャッター)	6.3m×2.0m		甲種 防火	現場 手動	無	7:00~22:00	開	
2-13-1	新名フード-三井ビル北	新名フード(シャッター)	5.0m×3.0m		甲種 防火	現場 自動	無	0:00~24:00	開	
2-13-2	同	新名フード(シャッター)	3.0m×3.0m		甲種 防火	現場 自動	無	0:00~24:00	開	
2-14-1	新名フード-三井ビル南	新名フード(シャッター)	5.0m×2.5m		甲種 防火防煙	現場 自動	無	0:00~24:00	開	
2-14-2	同	新名フード(シャッター)	5.5m×2.5m		甲種 防火	現場 自動	無	0:00~24:00	開	
3-8-1	メイチカ-テルミナ	テルミナ(シャッター)	6.4m×2.4m	1.3m×2.0m	甲種 防火防煙	煙(両)	無	5:15~24:20	開	
3-9-1	メイチカ-ユニモール	ユニモール(シャッター)	6.8m×2.4m		甲種 防火防煙	煙(両)	無	7:00~22:00	開	
3-12-1	メイチカ-毎日ビル	毎日ビル(シャッター)	3.5m×2.4m		甲種 防火	現場 自動	無	7:00~22:00	開	毎日ビル1.4m
3-38-1	メイチカ-1号名駅	1号名駅(シャッター)	3.9m×2.3m	1.0m×2.0m	甲種 防火防煙	煙(両)	無	0:00~24:00	開	
3-38-2	同	1号名駅(シャッター)	3.8m×2.3m		甲種 防火防煙	煙	有	0:00~24:00	開	
3-38-3	同	1号名駅(シャッター)	3.8m×2.2m		甲種 防火防煙	熱	有	0:00~24:00	開	
3-38-4	同	1号名駅(シャッター)	4.0m×2.3m		甲種 防火防煙	熱	有	0:00~24:00	開	
3-38-5	同	メイチカ(シャッター)	3.7m×2.5m	0.8m×2.0m	甲種 防火防煙	煙	無	8:30~21:30	閉	
3-38-6	同	メイチカ(シャッター)	2.5m×2.5m	0.8m×2.0m	甲種 防火防煙	煙	無	10:00~20:30	閉	
3-38-7	同	メイチカ(シャッター)	2.5m×2.5m	0.8m×2.0m	甲種 防火防煙	煙	無	10:00~20:00	閉	
3-38-8	同	メイチカ(シャッター)	3.7m×2.5m		甲種 防火防煙	煙	無	10:00~20:00	閉	
4-17-1	大名bl連絡-大名古屋bl	大名bl連絡(シャッター)	6.6m×2.9m		甲種 防火	煙(両)	有	0:00~24:00	開	
4-38-1	大名bl連絡-1号名駅	大名bl連絡(シャッター)	6.1m×2.4m		甲種 防火防煙	煙(両)	有	5:15~24:30	開	
5-16-1	ミヤコ地下-都ホテル	ミヤコ地下(シャッター)	6.7m×2.4m	0.6m×1.7m	甲種 防火	煙	無	7:00~22:00	開	ミヤコ地下1.5m
5-16-2	同	ミヤコ地下(シャッター)	4.4m×2.4m	0.6m×1.7m	甲種 防火	煙	無	7:00~22:00	開	ミヤコ地下1.5m
5-26-1	ミヤコ地下-白川第3bl	白川第3bl(シャッター)	3.5m×2.9m		甲種 防火	煙	無	7:30~22:00	開	
5-26-2	同	白川第3bl(シャッター)	2.2m×2.9m		甲種 防火	煙	無	7:30~22:00	開	
5-26-3	同	白川第3bl(シャッター)	3.5m×2.9m		甲種 防火	煙	無	7:30~22:00	開	

表 2.3: 調査結果の一例

2.2 煙による汚染の評価値 (Risk A) の計算方法

Risk A は、管理区画 (i) の出火の場合に自身が煙による汚染を受ける可能性を示す評価値 (Risk A_i) と、他の管理区画 (j) の出火の場合に管理区画 (i) が煙による汚染を受ける可能性を示す評価値 (Risk $A_{j \rightarrow i}$) の合算から求めることができる。1.3 節の基本的な考え方で述べた物理的環境、出火危険、店舗内危険、通路内危険の4つの合算を Risk A_i とし、実態調査で明らかになった開口部の作動方法から開放確率を求め、後述の計算式にしたがい求めた値を Risk $A_{j \rightarrow i}$ とする。

2.2.1 管理区画 (i) の出火の場合に自身が煙による汚染を受ける可能性を示す評価

Risk A_i の評価値は表 2.4 に示すそれぞれの評価項目の点数と重み係数の積の和で計算される。評価項目の点数化の仕方としては、各管理区画ごとに算定したそれぞれの評価項目の評価値の最低と最高をそれぞれランク 1 とランク 5 (ランク 1: 極めて安全 1 点, ランク 5: 極めて危険 5 点) とし、最低と最高の中間値については比例配分などを行って、ランク 2 ~ 4 に設定することとしている。当然のことながら、評価項目の内容は全てが同程度に危険であるとは言い難いので、各内容に”重み係数”を導入してより忠実に防災性能評価が行えるようにした。この重み係数の最大値は 3 とし、人的被害に直接的に影響を与える内容や人的二次災害など甚大な災害へと移行するような内容の場合に重み係数を 3 としている。図 2.3 に Risk A_i の分布図を示す。

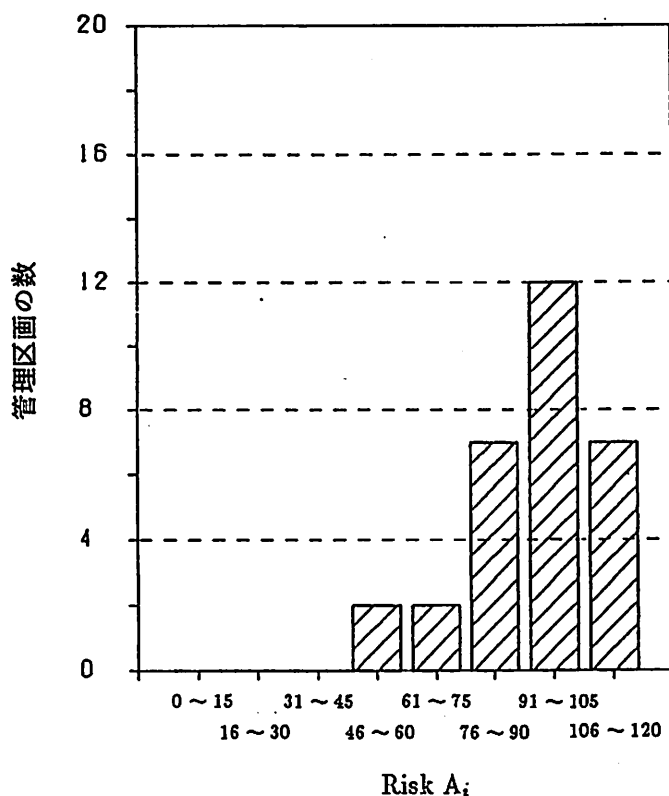


図 2.3: Risk A_i のヒストグラム

表 2.4: 昨年度の評価値のうち Risk A_iの部分の算定法

評価項目		点数	1	2	3	4	5	重み
物理的 環境	総床面積 ¹		～ 10	10 ～ 50	50 ～ 100	100 ～ 200	200 ～	2
	店舗床占有率 ²		～ 0.2	0.2 ～ 0.4	0.4 ～ 0.6	0.6 ～ 0.8	0.8 ～	2
	店舗／通路の面積比 ²		～ 0.7	0.7 ～ 1.0	1.0 ～ 1.3	1.3 ～ 1.6	1.6 ～	2
	最大防火区画面積 ¹		～ 5	5 ～ 10	10 ～ 100	100 ～ 200	200 ～	3
出火 危険	ガス使用店舗数		～ 5	5 ～ 10	10 ～ 20	20 ～ 30	30 ～	3
	ガス店舗数／全店舗数		～ 0.1	0.1 ～ 0.2	0.2 ～ 0.3	0.3 ～ 0.4	0.4 ～	2
	ガス店舗の平均床面積		～ 50	50 ～ 75	75 ～ 100	100 ～ 125	125 ～	1
	ガス店舗面積占有率 ³		～ 0.1	0.1 ～ 0.2	0.2 ～ 0.3	0.3 ～ 0.4	0.4 ～	3
	ダクト消火の設置率 ⁴		～ 90	70 ～ 90	50 ～ 70	30 ～ 50	～ 30	3
店舗内 危険	ガス店舗内装材の不燃 ⁵		～ 2.0	2.0 ～ 3.0	3.0 ～ 4.0	4.0 ～ 5.0	5.0 ～	2
	スプリンクラーの有無		有	—	—	—	無	3
	店舗と通路の区画 ⁶		～ 2.0	2.0 ～ 3.0	3.0 ～ 4.0	4.0 ～ 5.0	5.0 ～	2
	店舗内排煙設備 ⁷		～ 2.0	2.0 ～ 3.0	3.0 ～ 4.0	4.0 ～ 5.0	5.0 ～	2
通路内 危険	屋内消火栓設備の有無		有	—	—	—	無	1
	スプリンクラーの有無		有	—	—	—	無	2
	消化器の有無		有	—	—	—	無	1
	排煙設備		専用自然	専用のみ	給・排気	自然のみ	無	2
	防煙垂れ壁区画 ^{1,2}		～ 5	5 ～ 10	10 ～ 15	15 ～ 20	20 ～	2

¹単位は $\times 10^2 m^2$, その他は m^2

²主に店舗が存在するフロアの面積のみを基準

³ガス使用店舗の総床面積／店舗が存在するフロアの総床面積

⁴ガス使用店舗におけるダクト消火設備を有する店舗数の比率(%)

⁵次頁参照

⁶次頁参照

⁷専用および自然：自然排煙と専用の機械排煙設備を兼用(=1)

専用のみ：専用の機械排煙設備(=2)

給・排気：吸気と排気の兼用(=3)

自然のみ：自然排煙のみ(=4)

無：排煙設備無し(=5)

以上の点数を各店舗ごとに配点し、管理別に平均値を求める

注5、注6についての評価方法は、店舗別アンケートの質問の回答より下記の表にしたがって各々の店舗ごとに点数化し、その平均点より評価した。

注5について

ガス使用店舗内の不燃化

回答(不燃化率)	～ 80	60～ 80	40～ 60	20～ 40	～ 20%
評価点数	1	2	3	4	5

注6について

店舗と通路の区画方法の評価

種類(i) 性能(j)	1. 甲種	2. 乙種	3. 軽量	4. その他 不明	5. 無し
1. 防火防煙	1	2	3	4	5
2. 防火	2	3	4	4	5
3. 防煙	2	3	4	4	5
4. 不明	3	4	4	4	5
5. 無し	3	4	4	5	5

$$\text{防災性能評価値}(R) = \sum \frac{K(i,j)}{N}$$

2.2.2 管理区画 (i) の出火の場合に他の管理区画 (j) に煙汚染を及ぼす可能性の評価

隣接区画への影響の計算

1.3 節の基本的な考え方に従うと、報告書 [1] での評価値 (Risk A_i) に管理区画 (i) が持つ開口部の平均開放確率を掛けたものが、管理区画 (i) 内での評価値のうち周りの管理区画へ分配される評価値 (Risk A_{i0}) となる。管理区画 (i) の出火による煙が他の管理区画 (j) を汚染する可能性を示す評価値は、開口部の開放確率から決まる。その概念を示したものが図 2.4 であり、以下の (2.1) 式のように定義する。ただし開口部の前後に大きな天井高の差があったり、外気へ直接つながる階段がある場合には、この差によって煙の流れが止まったり、階段の方に流れていく煙があり、他の管理区画に流れ出る煙の量が減るなど、煙の流れ方が異なるものになると考えられるが、このような特殊な場合の考え方については、ここでは考慮していない。

$$\text{Risk } A_{i0} = \text{Risk } A_i \times \frac{\sum_j P(i,j)}{\text{区画 } i \text{ とつながっている隣接区画 } j \text{ の数}} \quad (2.1)$$

この Risk A_{i0} に規準化された開放確率 (管理区画 (i) に接続する開口全ての開放確率の和で、管理区画 (i) とつながっている管理区画 (j) の開口の開放確率を割算した値) を掛ければ、その開口を通じて分配される評価値 (Risk $A_{i \rightarrow j}$) が計算できる。すなわち、以下の (2.2) 式のようになる。

$$\text{Risk } A_{i \rightarrow j} = \text{Risk } A_{i0} \times \frac{P(i,j)}{\sum_j P(i,j)} \quad (2.2)$$

また、この計算方法の場合、更にもう一つ隣の管理区画への煙汚染の影響は考慮していないことになる。ほとんどの場合、火災の発生場所から一つの管理区画を超えて、その隣の管理区画に至るまでの距離が 30m 以上あるので、煙伝播の時間を考慮した場合、無視できると判断されるからである。

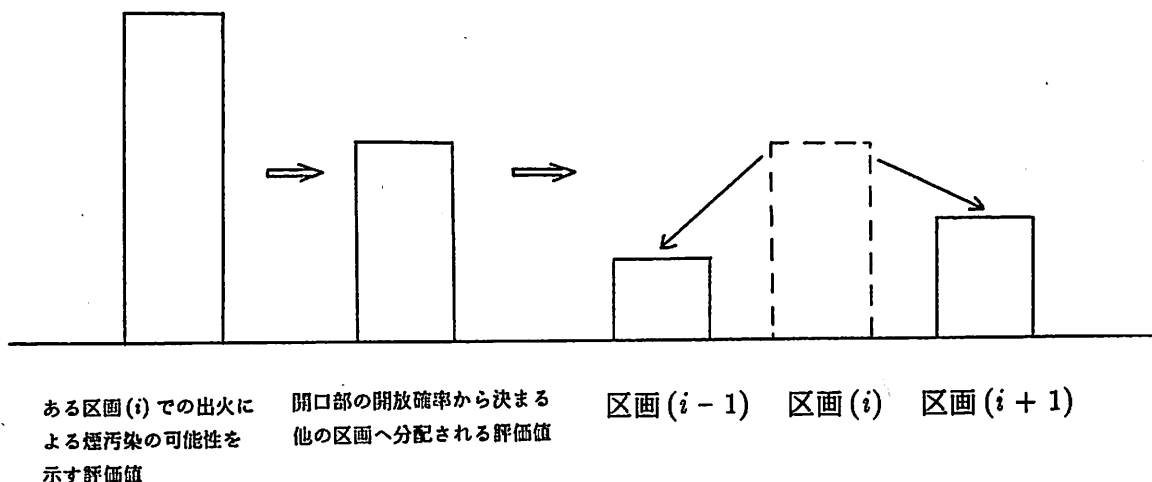


図 2.4: 火災による煙汚染の分配の概念

開放確率の計算

開口部の閉鎖確率をその開口部の作動方法により以下の表 2.5 のように与える。

表 2.5: 防火区画の作動方法による閉鎖確率

作動方法	閉鎖確率
煙感知	0.8
熱感知	0.6
熱ヒューズ	0.4
現場電動	0.2
現場手動	0.1

管理区画間の閉鎖確率を P_r とすれば、ある管理区画 (i) と別の管理区画 (j) の間の開放確率は、表 2.5 で与えられた閉鎖確率から (2.3) 式を使って求めることができる。

$$P(i, j) = 1 - P_r(i, j) \quad (2.3)$$

($P(i, j)$: i - j 間の区画の開放確率)

($P_r(i, j)$: i - j 間の区画の閉鎖確率)

ただし、管理区画 (i) と管理区画 (j) が複数の開口でつながっている場合もあるので、以下にその時の考え方を示す。

1) シャッター・扉が複数枚並列に取り付けられているとき

この場合は、1枚でもシャッター・扉が開いていると他の管理区画への煙の流出があるので、全てのシャッター・扉が閉まる確率を閉鎖確率とし、(2.3) 式から開放確率を求める。

2) シャッター・扉が複数枚直列に取り付けられているとき

この場合は、1枚でもシャッター・扉が閉まればその開口部は閉鎖されるので、それぞれのシャッター・扉の開放確率の積がその開口部の開放確率となる。

以上から求められた計算結果を表 2.6、表 2.8 および図 2.5 に示す。

(2.3) 式で求めた開放確率を示したものが表 2.6 である。表 2.8 は求められた開放確率を用いて煙の汚染による評価値 (Risk A) を計算したものであり、その結果を管理区画ごとにグラフで示したものが図 2.5 である。

□ 天井高の差がi→jに対して1m以上 or 直通階段が開口から30m以内にある

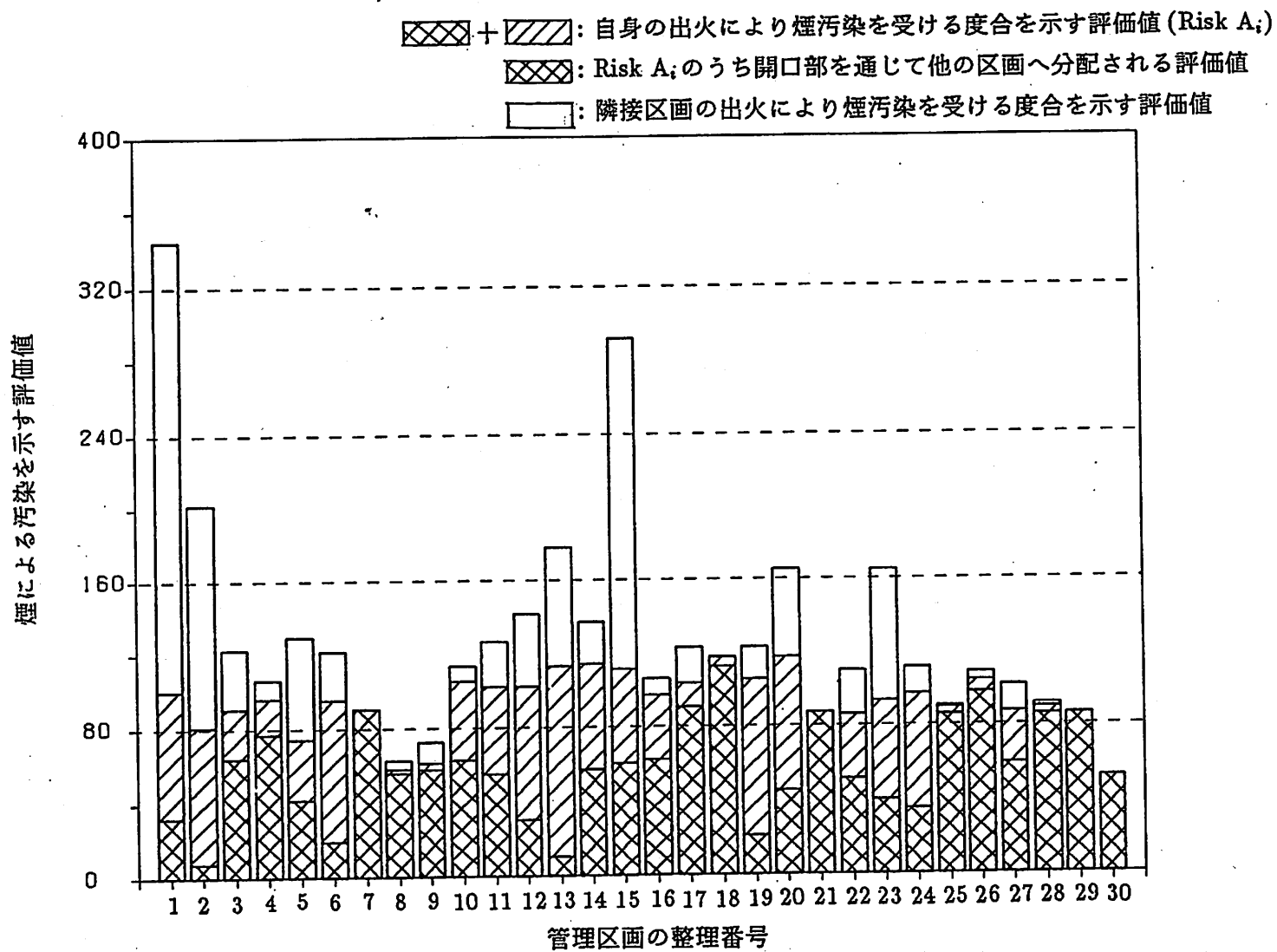
管理区画の番号(1)

— は評価の対象外

(1)号 管理区画の番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
1		0.8				0.8				0.8128	0.872	0.84	0.96								0.6	0.3856	0.6											
2	0.8				0.9								0.96	0.96																				
3								0.2	0.2																									
4													0.8					0.2																
5		0.9														0.36										0.0477								
6	0.8																																	
7																																		
8			0.2																															
9			0.2														0.04	0.04																
10	0.8128																																	
11	0.872											0.344			0.2																			
12	0.84		0.8								0.344																							
13	0.96	0.96																			0.96													
14		0.96																																
15											0.2									0.8						0.64		0.64						
16					0.36																													
17			0.2							0.04																								
18									0.04																									
19															0.8																			
20	0.8											0.96																						
21																																		
22	0.3856																																	
23	0.6					0.8																												
24																0.64																		
25																																		
26						0.0477																												
27																0.64																		
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

表 2.6: 現在の作動方法での区画間の開放確率

図 2.5: 現在の作動方法での各管理区画の煙による汚染の評価値



2.3 避難安全性 (Risk B) の評価法

2.3.1 評価法

Risk B は、煙に汚染された場合その空間から避難しやすいかどうかを示す評価値である。昨年度の評価の避難安全性の項目を用いて Risk B を定義することとする。表 2.8 にこれまでの評価値の計算結果を示す。

管理区画 (i) からの出火の場合の管理区画 (i) からの避難のしやすさ

Risk A と同様に表 2.7 にあげてある各項目に対して重み係数を定め(重み係数についての考え方は Risk A のときと同じ)、それぞれの点数と重み係数の積の和を Risk B としている。図 2.6 に Risk B の分布図を示す。

表 2.7: 昨年度の評価値のうち Risk B の部分の算定法

評価項目		点数	1	2	3	4	5	重み
避難	直通階段数		5 ~	4	3	2	1 ~	3
	階段幅の総延長に対する 地下街床面積の比 ¹		~ 3.0	3.0 ~ 6.0	6.0 ~ 9.0	9.0 ~ 12.0	12.0 ~	3
	非常用照明の有無		有	—	—	—	無	2

¹ 店舗が存在するフロアの面積 / 地表に通じる直通階段数の幅の総和 ($\times 10^2 \text{m}^2/\text{m}$)

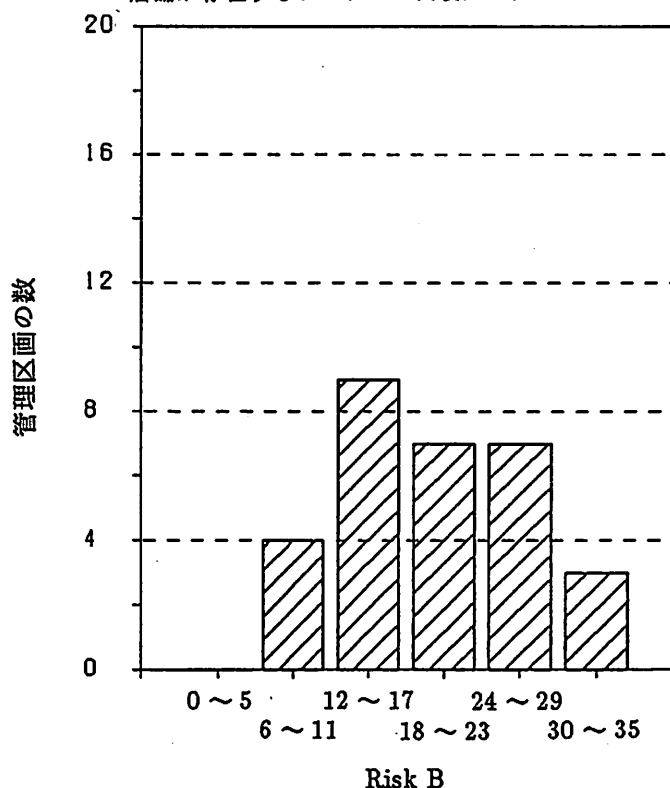


図 2.6: Risk B のヒストグラム

表 2.8: Risk A , Risk B の評価値の一覧表

管理主体	Risk A _i	Risk A _{i0}	Risk A _{j→i}	Risk A	Risk B
1	100.000	67.984	244.409	344.409	14
2	81.000	73.305	175.800	256.800	32
3	91.000	27.300	31.960	122.960	26
4	96.000	19.200	10.300	106.300	17
5	74.000	32.257	55.625	129.625	17
6	95.000	76.000	26.600	121.600	23
7	90.000	—	—	—	8
8	58.000	2.320	4.500	62.550	8
9	61.000	3.416	11.290	72.290	11
10	105.000	42.672	8.128	113.128	14
11	102.000	47.056	24.536	126.536	32
12	102.000	71.536	39.496	141.496	29
13	113.000	102.453	64.880	177.880	23
14	114.000	109.440	19.440	133.440	17
15	111.000	50.616	180.720	291.720	29
16	97.000	34.920	8.880	105.880	26
17	103.000	12.360	19.688	122.688	17
18	117.000	4.680	0.488	117.488	23
19	105.000	84.000	17.760	122.760	17
20	117.000	71.698	48.237	165.237	32
21	87.000	—	—	—	26
22	36.000	35.134	23.386	109.386	23
23	93.000	53.010	71.640	164.640	26
24	97.000	62.080	14.208	111.208	23
25	89.000	3.560	0.930	89.930	26
26	104.000	6.557	4.234	108.234	20
27	87.000	27.840	14.208	101.208	23
28	89.000	—	—	—	17
29	86.000	—	—	—	14
30	52.000	—	—	—	8

Risk A_i: 自身の出火により煙汚染を受ける危険度

Risk A_{i0}: Risk A_iのうち、他の区画へ開口部を通じて分配される危険度

Risk A_{j→i}: 隣接管理区画の出火により煙汚染を受ける危険度

Risk A = Risk A_i + Risk A_{j→i}

2.3.2 直通階段数・階段幅の分布

避難安全性を評価する項目(表2.7参照)のうち、空間の形態によって定まる2項(直通階段数、直通階段の階段幅の合計に対する地下街または地下階(B1部分)の総床面積の比)について、各管理主体の値をグラフ中にプロットしたものが図2.7である。

この図から一般的には一定の床面積(収容人数)に応じて階段幅なり、階段数が増加して、ほぼ幅と数については比例の関係が成立すると想像されるが、実際はそうではなく階段数は多いが1つ1つの幅は狭いというもの、階段数は少ないが幅は十分にとられているというようなものまで多数存在していることが分かる。

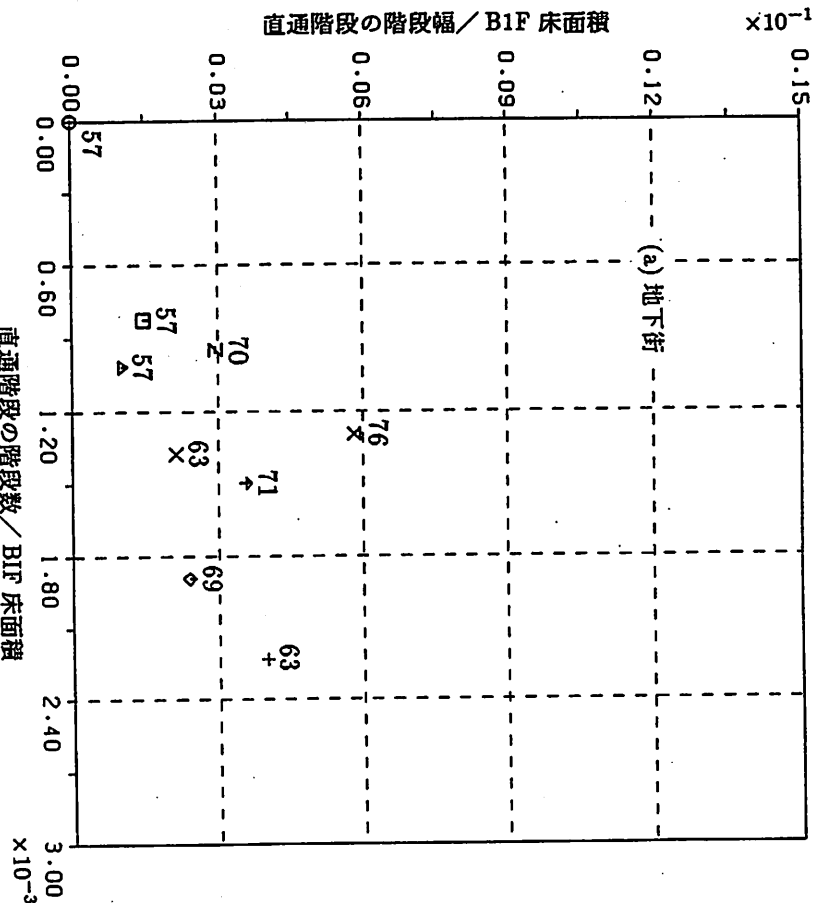
例えば図2.7の(b)でいえば、y軸の直通階段の階段幅に対する床面積の比が 3×10^{-3} の管理区画で、x軸の直通階段の階段数に対する床面積比には4倍以上の違いがあることが分かる。

またRisk Bの点数が高いもの(24～)は、図2.7の階段幅・階段数についての分布の中で、左下の方にかたまっている位置にあり、点数が低いもの(6～11)は右上の方に位置している。左下にかたまっているというのは、直通階段の階段幅/床面積、直通階段の数/床面積の値が共に小さいということであり、単位床面積当たりの階段数・階段幅が小さく避難経路が十分に確保されていないこととなり、避難の際の安全性がかなり低いといえる。逆に右上の方というのは、直通階段の階段幅/床面積、直通階段の数/床面積の値が共に大きく避難の際の安全性が高い管理区画であるといえる。

この結果を評価内容に取り込むかたちで、昨年度の評価値のうち避難の項では評価項目に直通階段数、地下街床面積に対する階段幅の総延長比を含めている。

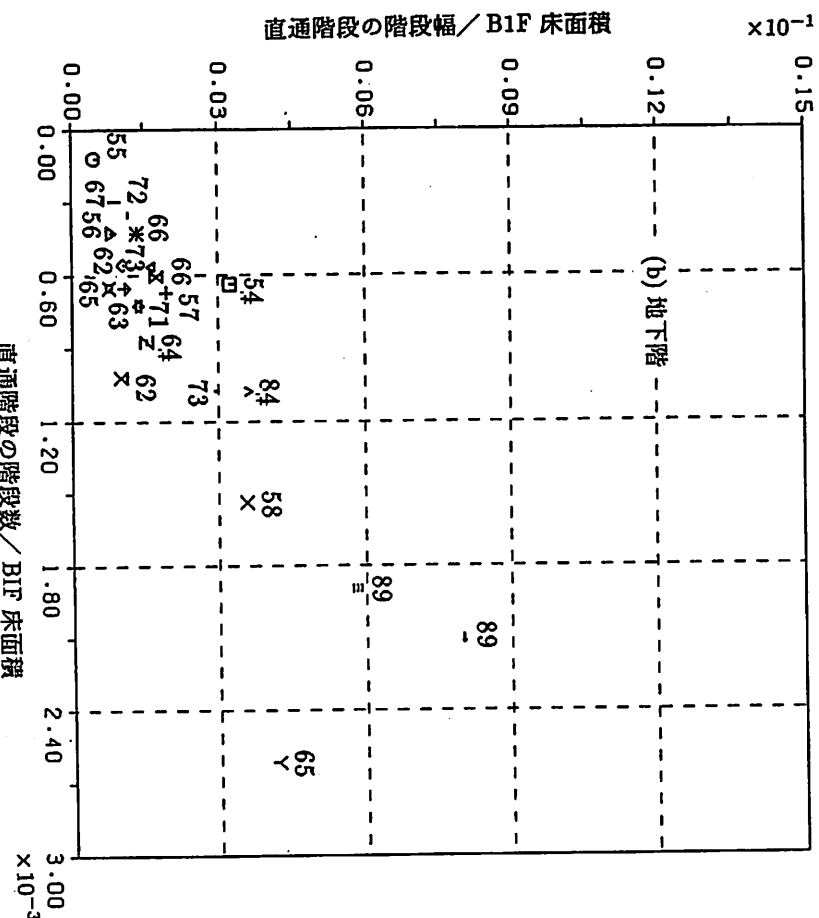
2.3.3 開設年の違いによる直通階段数・階段幅の分布について

2.3.2節で述べた直通階段数・階段幅の分布についての図において、各管理区画の散らばりがあまりにも大きいので、建設された年によって評価値の差が存在することが想像された(年代の新しいものは右上の安全側にあり、年代の古いものは左下の危険側にあるということ)。そこで、開設年について検討してみた。地下階に関してしてみると、1980年代に開設された管理区画は、図の中で右上の安全側にあるが、1950～1970年代に開設された管理区画は古いものが必ずしも左下の方にあるわけではなくてあまり開設年に関係ないことが分かる。法律を調べてみると、1974年に建築基準法が改正されており、このことが、1980年代に開設された管理区画とそれ以前に開設された管理区画の違いを生む理由になっていると判断できる。地下街に関しては、年代が新しいものは古いものよりも、だいたい右上の方に位置しており安全側にあることが分かる。これは、地下街で火災が発生する度に以前の通達が改訂され厳しくなり、新たに地下街を建設しようとする、公益上やむを得ないと認められ、十分な防災装置を講じた安全な地下街でなければ建設の許可がおりなかったことによると判断できる。図2.7中のプロットしてある点のそばについている数字は開設年を表す。



- サッロード
- 新名ロード
- △ 地下鉄名駅地下街
- + 大名古屋ビル連絡地下街
- × ミヤコ地下街
- ◇ ナルサ地下街
- ⊕ エヌカ地下街
- × テルミナ地下街
- ∑ ユニモール

数字は開設年度
(西暦の下二桁)



- 名鉄百貨店
- 豊田ビル
- △ 毎日ビル
- + 三井ビル北館
- × 三井ビル南館
- ◇ 中経ビル
- ⊕ 都ホテル
- × 大名古屋ビル
- ∑ 堀内ビル
- ∑ 第二中経ビル
- ∑ 菱信ビル
- ∑ 東洋ビル
- ∑ 中部近鉄百貨店
- ∑ 名鉄バスセンター
- ∑ 中小企業センター
- ∑ 住友銀行ビル
- ∑ 白川第三ビル
- ∑ 第二豊田ビル西館
- ∑ 三井ビル東館
- ∑ J R グルメ 1
- ∑ J R フラッシュソ 1

数字は開設年度
(西暦の下二桁)

図 2.7: 階段幅・階段数についての分布

2.4 考察

1.3 節の基本的な考え方に従って、昨年度の評価法を煙による汚染の評価値 (Risk A) と避難安全性の評価値 (Risk B) に分けてそれぞれ計算してみると、Risk A は最小値が 62, 最大値が 344, Risk B の最小値が 8, 最大値が 32 となっていてどちらの評価値もふれ幅が大きく、安全な管理区画と危険な管理区画の差が大きく、はっきりとわかれていることがわかる。また、それぞれの管理区画について Risk A, Risk B の評価値をみると、どちらの評価値も良い管理区画は、エスカ地下街・テルミナ地下街・ユニモールの 3 つがあげられる。どちらの評価値も悪い管理区画は、新名フード・毎日ビル・中経ビル・菱信ビル・名鉄バスターミナルの 5 つがあげられるが、その他の管理区画については、Risk A, Risk B の相関があまりなく、どちらか一方は平均値より低くなっている。どちらの評価値も悪いということは、煙に汚染されやすく避難しにくいということになり、非常に危険な空間ということである。これらの管理区画については何らかの改善が必要である。改善策の例については、次章で述べる。

第 3 章

各種対策による防災性能の改善

3.1 防災性能改善のための対策

第2章で概観したように名古屋駅前地下街においては各管理区画ごとに煙による汚染の可能性および避難安全性が大きく異なる結果となっている。

1.3 節の基本的な考え方にも述べたように一体となった空間においては、同レベルの防災性能が要求されると判断されるから、現状の名古屋駅前地区地下空間における防災性能の改善が必要である。

一方、第2章で示した評価法の各項目の中には階段数や規模など個別の管理区画にとって変更が不可能に近いものも多く、このままでは改善のための対策を適切に評価できない。そこで以下では選択し得る改善対策を提示した上で、改善対策の評価値への組み込みについても考慮し、これらの改善対策の実施により第2章での評価値がどのように変化するかをシミュレーション結果も含めて示した。

実態調査で明らかになったように、現状では管理区画間の開口は管理区画にとって、他の管理区画という外部空間との開口であるがために管理シャッターとなっており、6割程度が閉鎖を現場でのボタン操作による「現場電動方式」になっているため、煙伝播の阻止という意味では信頼性の低い状態にあると言える。

一方、このような煙による被害を軽減するためには管理区画間だけの開口ではなく、図3.1に示すようないくつかの開口に表3.1に示すような対策を講じることで区画が形成されることが想像される。ここでは3.3節で述べる「ブロック化」も含めて各開口への対策・排煙設備の評価についてその概要を説明する。

表3.1に示したように、各区画に対する対策は煙伝播の阻止と避難安全の両方の性能に対して記号で示したような効果を持つと判断される。このことを利用して、これら各項目の効果を図3.2で斜線を引いたように Risk A, Risk B に分け、それぞれの性能評価に取り込むことができる。

図3.2の中で Risk A, Risk B の両方に重なって斜線が引いてあるところがあるが(固定の不燃区画、二段降下防煙シャッター、機械排煙の部分)、これは、煙伝播を防ぎ、なおかつ避難を阻害しないと考えられるので、Risk A, Risk B の両方の危険度評価に改善策として組み込むことにした。

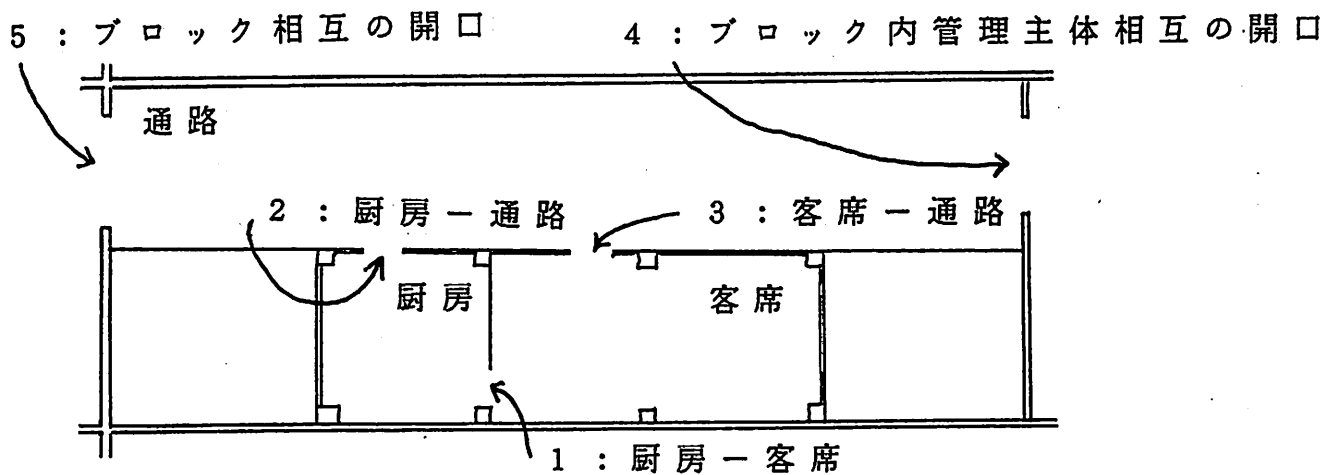


図 3.1: 地下街・地下階における開口の種類

防災性能を改善する対策として以下のように、

- (1) 有効な区画の形成
- (2) ブロック化に基づく避難計画
- (3) その他の対策による改善

の3つを提案する。

有効な区画の形成は Risk A，ブロック化に基づく避難計画は Risk B に対応する改善策である。その他の対策による改善は Risk A，Risk B に取り込むには不適當であるが，改善をする事によって防災性能を向上させることができる対策である。

表 3.1: 開口の種類と対策の対応

開口	1		2		3		4		5	
	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ
	ベ	ベ	ベ	ベ	ベ	ベ	ベ	ベ	ベ	ベ
対策	ル	ル	ル	ル	ル	ル	ル	ル	ル	ル
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
垂れ壁	×	×	×	禁 止	×	×	△ ○	△	△ ○	△
固定の不燃区画 (ガラスも含む)	○	△	○	△	○	△	通行上の問題から ほとんど不可能			
二段降下 防煙シャッター	すぐに客席・通路に影響 二段降下の意味がない						○ ○	○	○ ○	○
防火・防煙シャッター +くぐり戸 (もしくは防火戸)	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△
機械排煙* 1m ³ /分 m ² (Min 120m ³ /分)	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△

レベル1：煙伝播を防ぐ (Risk A)

- ・ 延焼防止により火災規模が限定され、伝播が抑えられる。
- ・ 区画もしくは排煙で煙伝播が抑えられる。

レベル2：避難を阻害しない (Risk B)

◎: 非常に効果がある ○: 効果がある △: 効果が認められる ×: 効果がない

(開口4, 5で上下段に記号があるものは煙溜が8m²(通路幅×垂れ壁高さ) 以上の場合に下段とする)

* 排煙の対象範囲は各開口の居室側(火災が発生して開口を避難してくる方向とは逆側の空間)とする。

開口5ではブロック化を行うことが基本であるので太枠で囲まれた対策以外はとれないことを前提とする。

Risk A

開口	1		2		3		4		5	
	レ ベ ル 1	レ ベ ル 2	レ ベ ル 1	レ ベ ル 2	レ ベ ル 1	レ ベ ル 2	レ ベ ル 1	レ ベ ル 2	レ ベ ル 1	レ ベ ル 2
対策	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
垂れ壁	x overflow	x overflow	x overflow	禁 止	x overflow	x overflow	△ ○	△ ○	△ ○	△ ○
固定の不燃区画 (ガラスも含む)	○	△	○	△	○	△	通行上の問題から ほとんど不可能			
二段降下 防煙シャッター	すぐに客席・通路に影響 二段降下の意味がない						○	○	○	○
防火・防煙シャッター +くぐり戸 (もしくは防火戸)	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△
機械排煙* 1m ³ /分 m ² (Min 120m ³ /分)	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△

レベル1：煙伝播を防ぐ(Risk A)

- ・ 延焼防止により火災規模が限定され、伝播が抑えられる。
- ・ 区画もしくは排煙で煙伝播が抑えられる。

レベル2：避難を阻害しない(Risk B)

○：非常に効果がある ○：効果がある △：効果が認められる x：効果がない

(開口4、5で上下段に記号があるものは煙溜が8m²(通路幅×垂れ壁高さ)以上の場合に下段とする)

・ 排煙の対象範囲は各開口の居室側(火災が発生して開口を避難してくる方向とは逆側の空間)とする。

開口5ではブロック化を行うことが基本であるので太枠で囲まれた対策以外はとれないことを前提とする。

Risk B

開口	1		2		3		4		5	
	レ ベ ル 1	レ ベ ル 2	レ ベ ル 1	レ ベ ル 2	レ ベ ル 1	レ ベ ル 2	レ ベ ル 1	レ ベ ル 2	レ ベ ル 1	レ ベ ル 2
対策	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
垂れ壁	x overflow	x overflow	x overflow	禁 止	x overflow	x overflow	△ ○	△ ○	△ ○	△ ○
固定の不燃区画 (ガラスも含む)	○	△	○	△	○	△	通行上の問題から ほとんど不可能			
二段降下 防煙シャッター	すぐに客席・通路に影響 二段降下の意味がない						○	○	○	○
防火・防煙シャッター +くぐり戸 (もしくは防火戸)	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△
機械排煙* 1m ³ /分 m ² (Min 120m ³ /分)	○	△	○	△	○	△	○	△	○	△

レベル1：煙伝播を防ぐ(Risk A)

- ・ 延焼防止により火災規模が限定され、伝播が抑えられる。
- ・ 区画もしくは排煙で煙伝播が抑えられる。

レベル2：避難を阻害しない(Risk B)

○：非常に効果がある ○：効果がある △：効果が認められる x：効果がない

(開口4、5で上下段に記号があるものは煙溜が8m²(通路幅×垂れ壁高さ)以上の場合に下段とする)

・ 排煙の対象範囲は各開口の居室側(火災が発生して開口を避難してくる方向とは逆側の空間)とする。

開口5ではブロック化を行うことが基本であるので太枠で囲まれた対策以外はとれないことを前提とする。

図 3.2: 各項目の Risk A・Risk B の性能評価への取り込み方

3.2 有効な区画の形成による防災性能の改善

3.2.1 改善の考え方

有効な区画の形成によって煙の発生量を最小にし、かつ他の管理区画への煙の流出を最小にすることを考え地下街、地下階に分けて以下に対策を述べる。

● 地下街

(1) 店舗と店舗及び店舗内の防火区画の点検、適正化

- ・天井裏配管の貫通部分のモルタル等で埋め戻すことによって防火区画を形成する

(2) 店舗と地下道との防火区画の形成

- ・煙感知器連動方式の甲種防火・防煙の防火戸を設置する

(3) 厨房と客席との防火区画を形成する

● 地下階

(1) 店舗と店舗及び店舗内の防火区画の点検、適正化

- ・天井裏配管の貫通部分のモルタル等で埋め戻すことによって防火区画を形成する

(2) 厨房と客席との防火区画を形成する

(3) 堅穴区画の形成

- ・既存不適格建築物の堅穴区画を形成する
- ・既存の堅穴区画を点検、適正化する

(4) 不燃区画の活用

- ・火気使用店舗の遮煙対策として不燃区画を設置する
- ・店舗と地下通路との不燃区画を形成する

3.2.2 節で述べている改善効果のシミュレーションでは、開口4、開口5のシャッター・扉を全部、最も閉鎖性能の信頼性が高い煙感知器連動方式に改善した場合の Risk A の変化だけを扱っている(他の項目は変化はしないものとする)。

3.2.2 改善効果のシミュレーション

ここでは一例としてすべての管理区画間の開口(開口4および開口5)の扉・シャッターの閉鎖方式が煙感知器連動方式に改善された場合(他の項目は不変)の、各管理区画の Risk A の評価値を 2.2 節で述べた計算方法に従い、求めたときの変化の状態を示す。各管理区画の Risk A の評価値を図 3.3、表 3.2(図 2.5、表 2.8が改善された状態を示す)に、その分布型の変化を図 3.4に示す。

図 3.4の分布型の変化を見ると評価値が270を超える管理区画が2つあったのが、改善を行ったとして Risk A の再計算を行うと評価値が210を超える管理区画がなくなり、改善の効果があったと言える。また、図 2.5と図 3.3を見ると改善前と改善後では管理区画 1, 2, 15において、隣接区画の出火により煙汚染を受ける度合いを示す評価値が大きく減っていることが分かる。

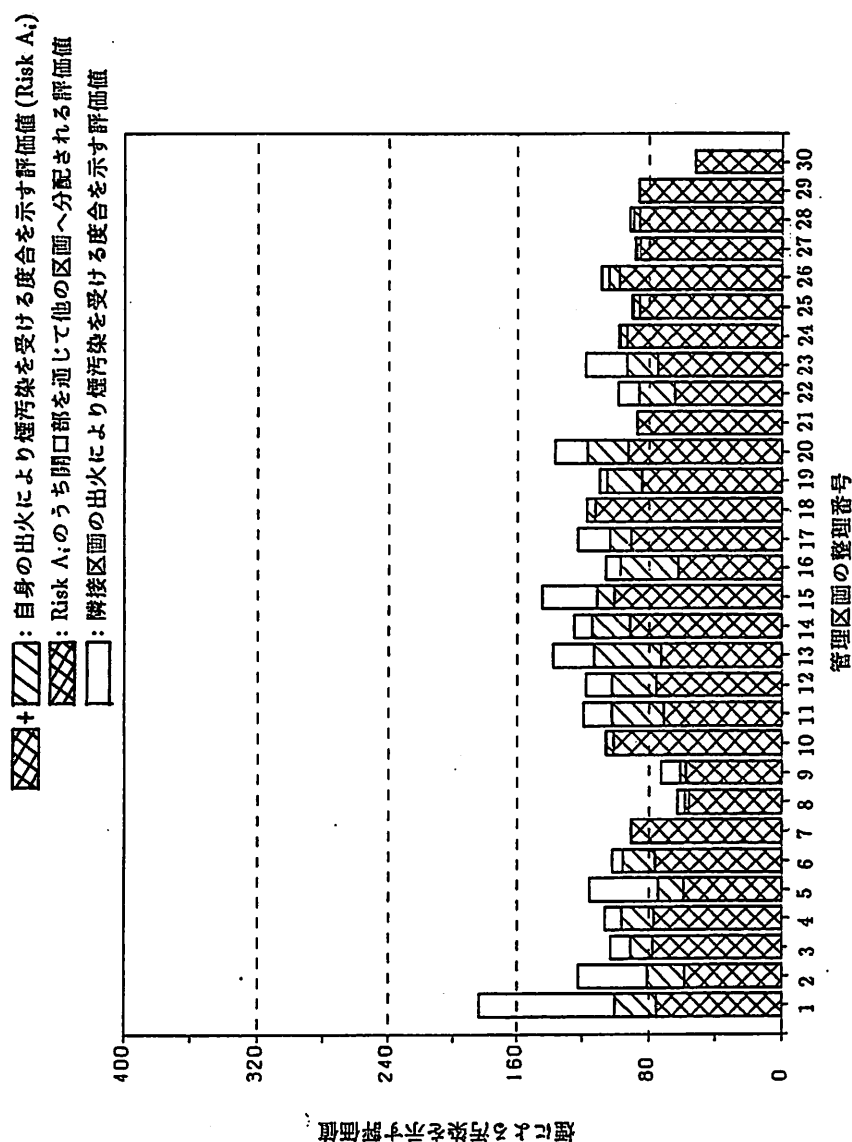


図 3.3: 煙感知器連動方式に変更したときの Risk A

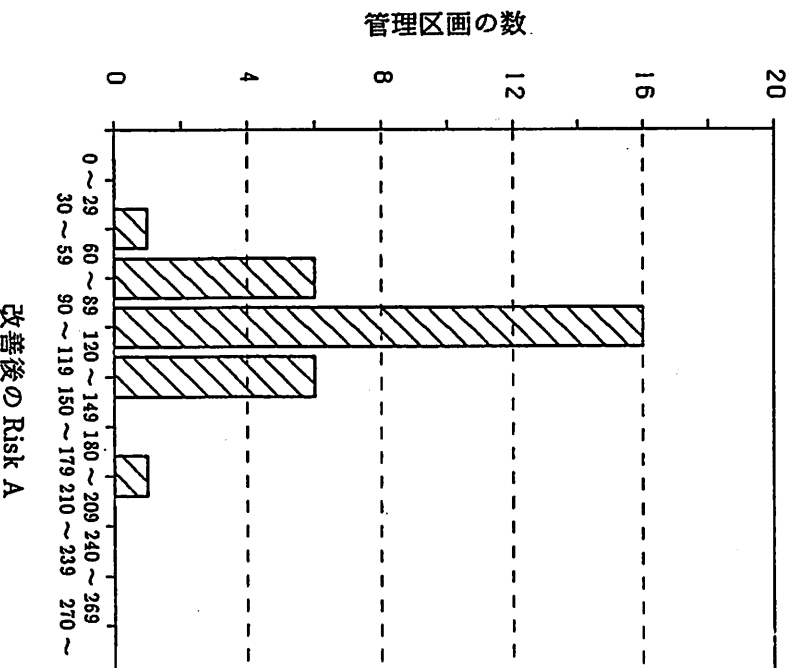
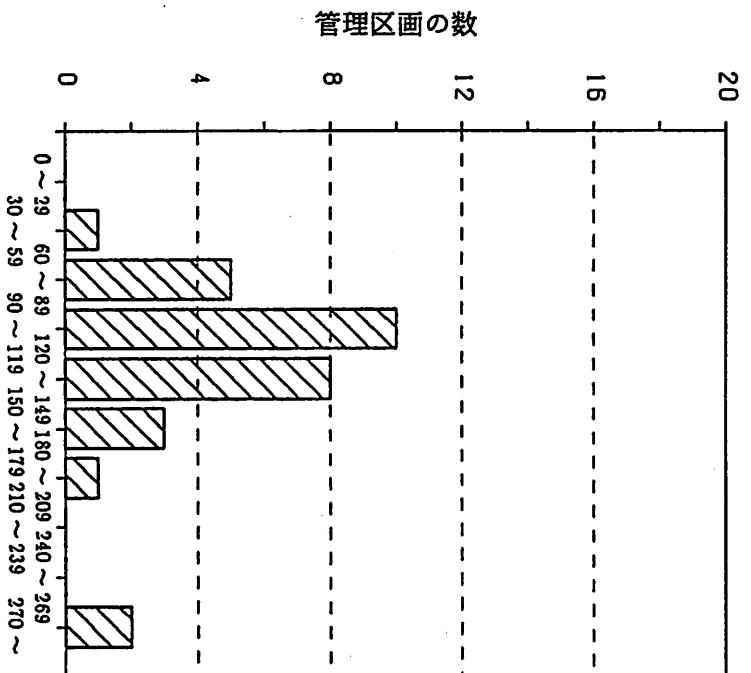


図 3.4: Risk A の分布型の変化

3.3 ブロック化による防災性能の改善

ブロック化とは、

- 1) 近接する複数の管理主体をまとめて1ブロックとする。
- 2) ブロック間の開口のシャッター・扉は閉鎖確率が高く、かつ延焼防止性能・遮煙性能の高いものとし、出火ブロック以外に出火による影響が及ばないようにする。
- 3) ブロック内の管理主体については管理主体間の開口を相互に避難経路として利用しあうことで避難経路を増加させ、避難安全性を向上させる。

ことをいう。他の管理区画からの独立度が大きく、ブロック化をして避難計画を立案するには不適當な管理区画に対してはブロック化を行わないことにした。これは、2.4節で述べた Risk B についての改善策であり、ブロック化することによって、不足していると思われる直通階段数、階段幅を補うものである。

3.3.1 改善の考え方

ブロック相互間の防火戸・ブロック内の管理区画間の通路部分の措置等について以下に述べる。

(1) ブロック相互間の防火戸の性能を向上させる

種類 通常シャッター + くぐり戸 (延焼防止と遮煙を目的としている) or 常時閉鎖とする

性能 防火・防煙の甲種防火戸とする

感知器 防火戸の両側に煙感知器設置する

(2) ブロック内部の管理区画相互の通路部分の措置

・垂れ壁+通常シャッター (遮煙と有効避難を目的としている)

性能 防火の甲種防火戸

感知器 設置しない (シャッター閉鎖は、避難終了後、人間系により作動)

・二段降下シャッター (遮煙と有効避難を目的としている)

性能 防火・防煙の甲種防火戸

感知器 防火戸の両側に煙感知器設置

(3) 避難を補助する排煙設備

天井高が不十分なために (2) の垂れ壁もしくは一段降下した状態のシャッターでは隣接管理区画への煙の流出が納まらない場合に、適切な量の機械排煙があれば煙の流出を防ぐことができる。

(4) 避難行動を速やか、かつ安全に行うための対策の定義・非常用照明により避難路照度を確保する

- ・ブロック内避難計画の作成／誘導灯の位置・方向の適正化
- ・分かりやすい表示システムの整備
- ・情報伝達体制の整備

3.3.2 改善効果のシミュレーション

ここでは、管理区画間に有効な二段降下シャッターを設置することで、隣接区画への安全な水平避難が可能になるものとし(一段目が降下したシャッターにより煙が止められ、二段目が降下する前にシャッターを通過すれば安全な階段室へ入ったのと同等と考える)、隣接区画への開口の数だけ外気直通階段の数を増加させ、その開口幅の分だけ外気直通階段の階段幅を増加させることができるような措置がとれたとして、Risk B の計算をして、以下のシミュレーションを行った。

ここではブロック化しない場合の評価値と、例として提案したブロック化案(図 3.7 参照)に従ってブロック化したときの評価値の分布型の変化を図 3.5 に、直通階段数・階段幅の分布を図 3.6 に示す(ブロック化前の値は図 2.7 参照)。表 3.2 に改善後の Risk B の値を示す。

図 3.5 の分布型の変化を見ると評価値が 24 を超える管理区画が 10 あったのが、改善を行ったとして Risk B の再計算を行うと評価値が 24 を超える管理区画が 2 つになり、改善の効果はあると言える。また、図 2.7 と図 3.6 を見ると改善前と改善後では分布の状態が異なり、改善後の状態は改善前の状態に比べてかなり安全側に位置していることが分かる。(x, y 軸の目盛りが違うことに注意)。

表 3.2: Risk A , Risk B の評価値の一覧表 (改善後)

管理主体	Risk A _i	Risk A _{i_o} ¹	Risk A _{j→i} ¹	Risk A ¹	Risk B ²
1	100.000	24.720	83.562	183.562	11
2	81.000	22.680	61.533	142.533	17
3	91.000	13.650	11.560	102.560	14
4	96.000	19.200	10.300	106.300	14
5	74.000	14.990	41.450	115.450	11
6	95.000	19.000	6.650	101.650	17
7	90.000	—	—	—	8
8	58.000	2.320	4.550	62.550	8
9	61.000	3.416	11.290	72.290	11
10	105.000	4.116	0.784	105.784	8
11	102.000	31.280	17.208	119.208	20
12	102.000	26.928	16.038	118.038	14
13	113.000	40.680	24.930	137.930	14
14	114.000	41.040	7.290	121.290	14
15	111.000	10.656	33.420	144.420	11
16	97.000	34.920	8.880	105.880	26
17	103.000	12.360	19.688	122.688	11
18	117.000	4.680	0.488	117.488	23
19	105.000	21.000	4.440	109.440	14
20	117.000	24.898	19.637	136.637	8
21	87.000	—	—	—	26
22	36.000	21.374	12.226	98.226	14
23	93.000	18.600	25.380	118.380	8
24	97.000	3.880	0.888	97.888	14
25	89.000	3.560	0.930	89.930	20
26	104.000	6.557	4.234	108.234	11
27	87.000	1.740	0.888	87.888	23
28	89.000	—	—	—	14
29	86.000	—	—	—	14
30	52.000	—	—	—	8

Risk A_i: 自身の出火により煙汚染を受ける危険度

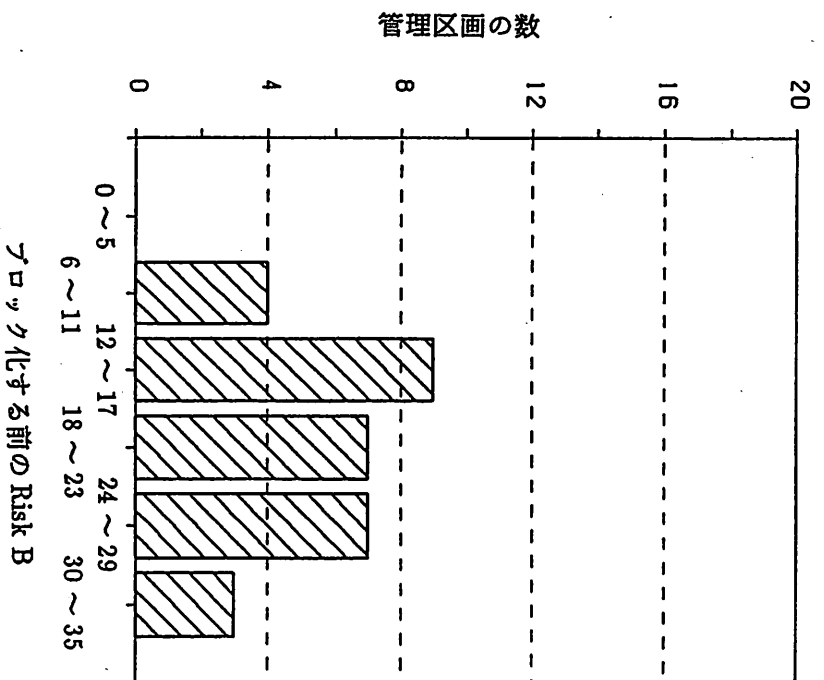
Risk A_{i_o}: Risk A_iのうち、他の区画へ開口部を通じて分配される危険度

Risk A_{j→i}: 隣接管理区画の出火により煙汚染を受ける危険度

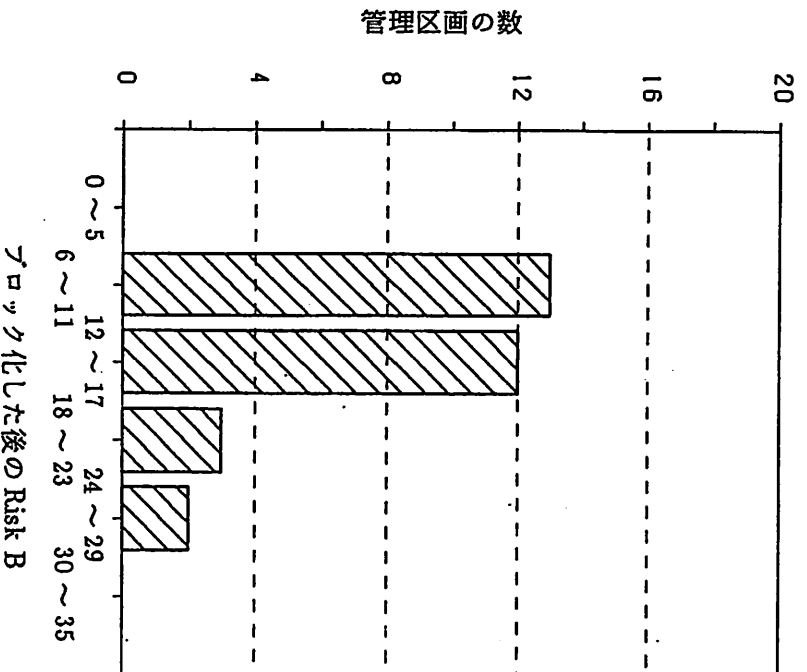
Risk A = Risk A_i + Risk A_{j→i}

¹ 改善策: 有効な区画の形成による改善後の評価値

² 改善策: ブロック化に基づく避難計画による改善後の評価値

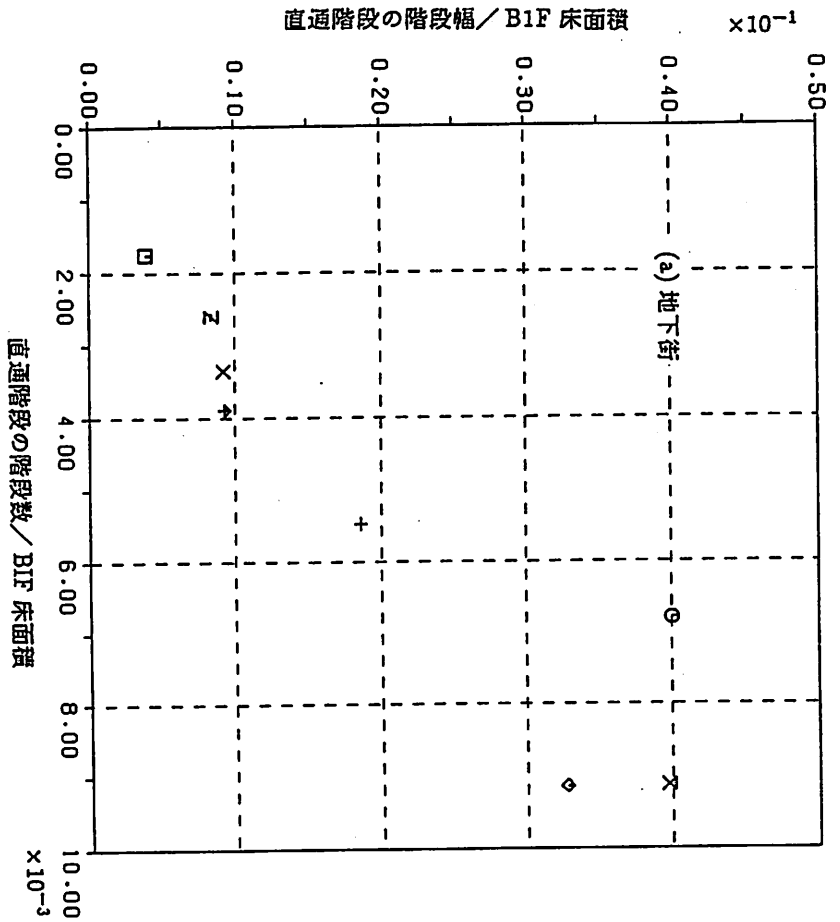


ゾロツク化する前の Risk B

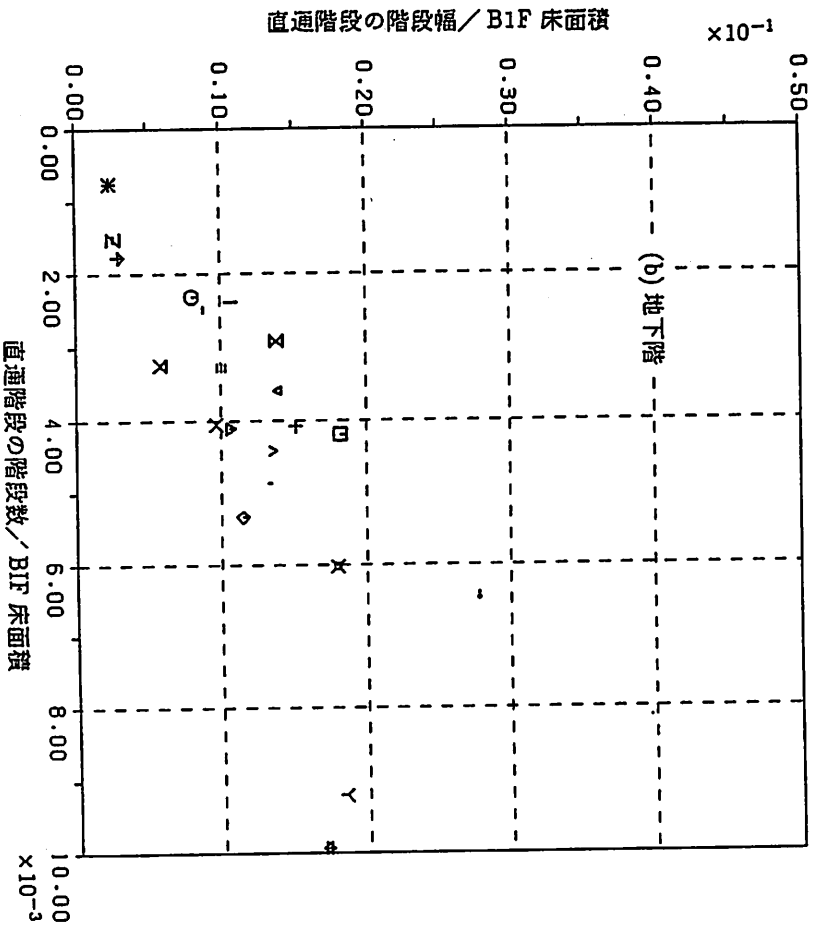


ゾロツク化した後の Risk B

図 3.5: Risk B の分布の変化



- サンロード
- 新名ロード
- △ 地下鉄名駅地下街
- + 大名古屋ビル連絡地下街
- × ミヤコ地下街
- ◇ メルサ地下街
- ⊕ エスカ地下街
- × テルミナ地下街
- Z ユニモール



- 名鉄百貨店
- 豊田ビル
- △ 毎日ビル
- + 三井ビル北館
- × 三井ビル南館
- ◇ 中経ビル
- ⊕ 都ホテル
- × 大名古屋ビル
- Z 堀内ビル
- Y 第二中経ビル
- × 聖徳ビル
- × 東洋ビル
- × 中部近鉄百貨店
- l 名鉄パスタセンター
- ☆ 中小企業センター
- 住友銀行ビル
- ・ 白川第三ビル
- ▽ 第二豊田ビル西館
- △ 三井ビル東館
- ≡ J R グルメ1
- J R フラッシュワン1

図 3.6: 階段幅・階段数についての分布(ブロック化後)

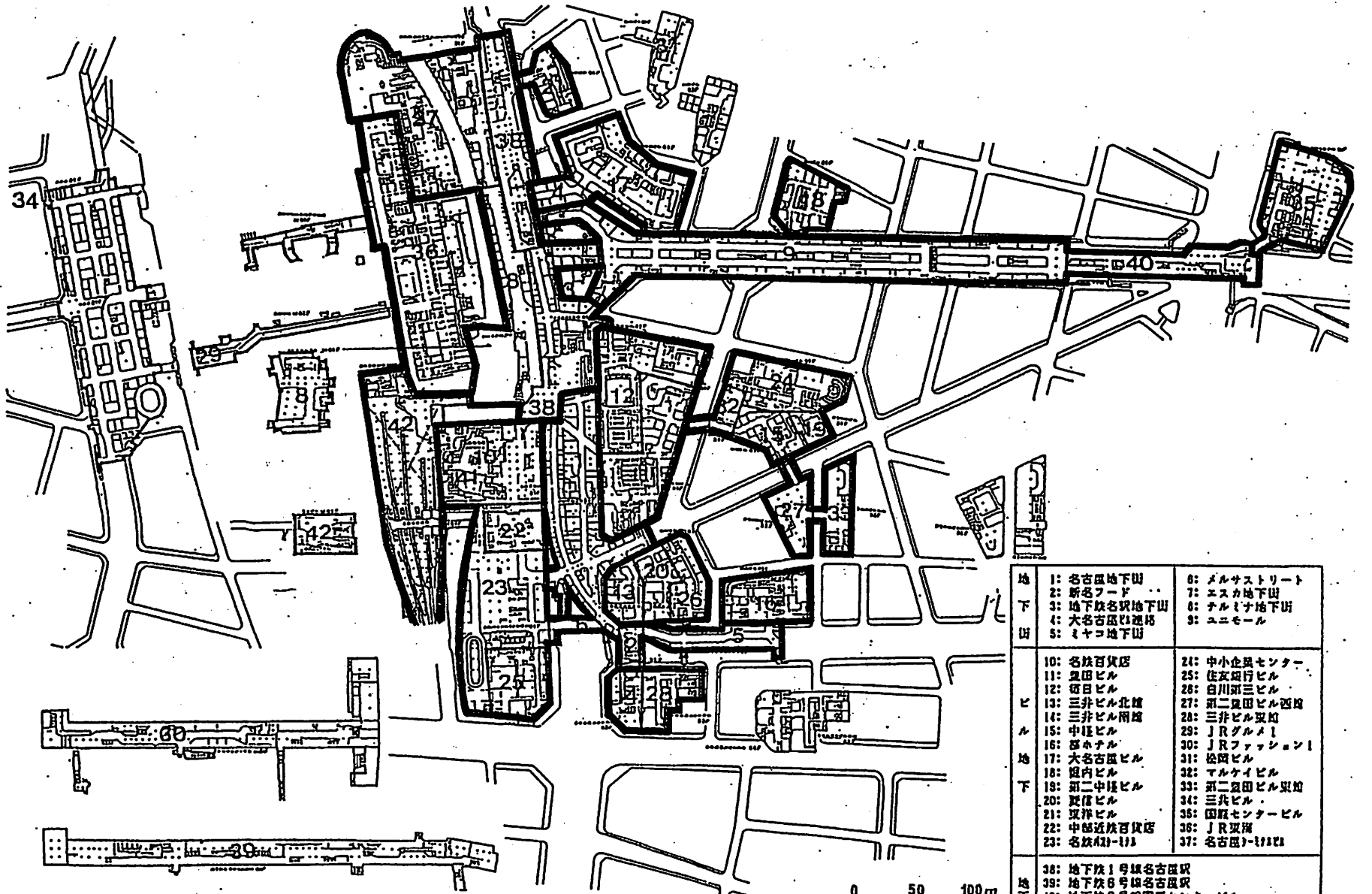


図 3.7: フロック化の一例

地下街	1: 名古屋地下街 2: 新名フード 3: 地下鉄名駅地下街 4: 大名古屋ビル街 5: ミナト地下街	6: メルサストリート 7: エスカ地下街 8: ナルミナ地下街 9: ユニモール
ビル	10: 名鉄百貨店 11: 豊田ビル 12: 毎日ビル 13: 三井ビル北館 14: 三井ビル南館 15: 中経ビル 16: 都ホテル 17: 大名古屋ビル 18: 豊内ビル 19: 第二中経ビル 20: 豊信ビル 21: 豊邦ビル 22: 中経近鉄百貨店 23: 名鉄A1-111	24: 中小企業センター 25: 住友銀行ビル 26: 白川三井ビル 27: 第二豊田ビル西館 28: 三井ビル東館 29: J Rグルメ1 30: J Rファッション1 31: 松岡ビル 32: マルケイビル 33: 第二豊田ビル東館 34: 三井ビル 35: 国鉄センタービル 36: J R東館 37: 名古屋1-111
地下鉄	38: 地下鉄1号線名古屋駅 39: 地下鉄6号線名古屋駅 40: 地下鉄6号線国鉄センタービル 41: 名鉄新名古屋駅 42: 近鉄名古屋駅	

3.4 その他の対策による改善

3.2節、3.3節で述べた改善策以外にも、次のような対策が考えられる。

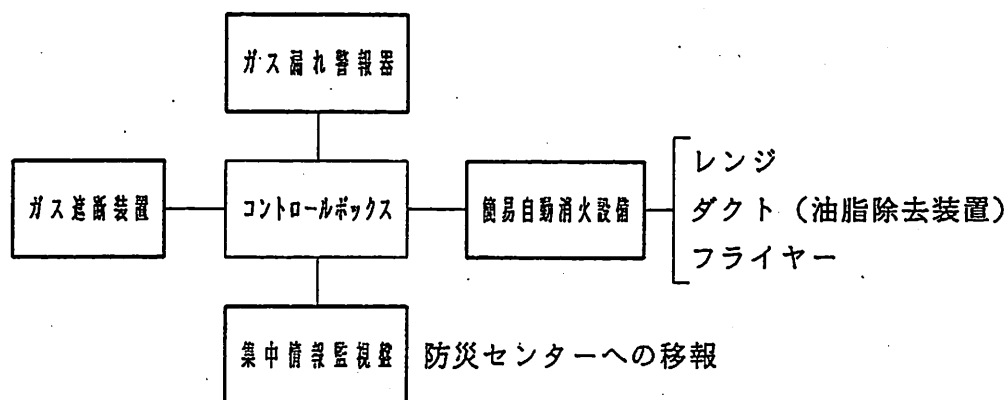
(1) 内装制限について

通路部分を不燃化するか、店舗内を不燃化するか

下地不燃とするか、仕上げ不燃とするか

(2) 火気使用店舗に対する出火率低減のための措置

ガス漏れ警報機、ガス遮断装置、簡易自動消火設備等をコントロールボックスへつなぎ防災センターの集中情報監視盤につなぎ、以上発生の際にすぐに防災センターに情報が流れるようにする。



(3) 屋内消火栓設備の合理化

二人以上の人間によって操作される1号消火栓から一人でも手早く操作ができる2号消火栓へ移行する。

3.5 考察

- 3.2 節について

ここで述べたように、管理区画間の開口(開口4および開口5)の扉・シャッターをすべて煙感知器連動方式に変えて Risk A を計算した結果、実際にすべてを煙感知器連動方式に変えることは、経済的にみて非常に困難なことに思われる。したがって、シミュレーションでみせた改善前と改善後の Risk A の変化は最大の変化幅を持った改善策であり、実際にそのようになるとは考えにくい。また、この改善策は 2.1.2 節で述べた Risk $A_{i \rightarrow j}$ を減らすことによって Risk A 全体を減らすものであり、管理区画内の Risk A_i の値には何の影響も与えない。

- 3.3 節について

ブロック化することにより、外気直通階段の数と外気直通階段の階段幅を増加させることができると見なして Risk B の計算を行ったが、これはしっかりしたブロック内の避難計画がなされ、なおかつ誘導灯の位置や方向が適正化されてはじめて有効となるものなので管理者側の整備がされていないと、この対策も意味がないことになってしまう。また、このブロック化案も一例なので他のブロック化案で計算してみると、違った評価値がでる可能性もある。

第4章

まとめ

本論文では、名古屋駅前地区地下空間の実態調査、昨年度の評価法の改善、防災性能改善のための対策について述べてきた。本論文でわかったことを以下に述べる。

今回の調査によって、地下街・ビル地下・地下鉄道駅それぞれの接続部の開口について調査結果のなかで述べたような特徴があることがわかった。また、それぞれの管理区画の管理者に直接防火戸の性能・作動方法・開閉時間等をヒアリング調査したが、なかにはあいまいな返答をしたりするなど、防災面に関心のないような管理者もいた。このようなところは、管理者の心構えから改善が必要であると思う。

2.2節で述べた Risk A の評価値を見ると、危険度が非常に高い管理区画は名古屋地下街・新名フード・中経ビルの3つが挙げられるが、これらの特徴を見てみると、他の管理区画の出火の場合に煙汚染を受ける危険度 $Risk A_{j \rightarrow i}$ の値が $Risk A_i$ の倍近く、もしくは倍以上あることが分かる。これは、他の管理区画とのつながりの開口部が多数あったり、開口部が少なくても防火シャッター・防火戸の作動方法が現場電動あるいは現場手動であることが原因として挙げられる。今回行った Risk A についての改善のシミュレーションは、この原因として考えられる防火シャッター・防火戸の作動方法をすべて煙感知器連動方式に変えたものである。改善後の評価値を見ると、先に挙げた3つの管理区画の $Risk A_{j \rightarrow i}$ の値は大幅に減っており、他の管理区画の $Risk A_{j \rightarrow i}$ の値もかなり減っているため、改善の効果があることが考えられる。

2.3節で述べた Risk B の評価値を見ると、危険度の高い(30以上)管理区画は新名フード・豊田ビル・菱信ビルの3つである。特に新名フードは外気に通じる直通階段が1つもなく、火災が発生して他の管理区画との接続部の開口が閉鎖したら避難できなくなり非常に危険である。残りの2つは直通階段が1つしかなく、B1F床面積に対しての階段幅も狭く避難するのが困難である。これらを改善するために「ブロック化」を行い、直通階段数・階段幅を増加させることができるとして Risk B の再計算を行った。その結果は3.3節で述べたが、先に挙げた3つの管理区画の評価値を見ると新名フード17、豊田ビル20、菱信ビル8である。豊田ビルの評価値が高いが、これはブロック化の相手によって評価値が変わるものなのでブロック化の組み合わせについての改善が必要であると思われる。改善前・改善後の評価値を見てみると、改善の効果があったと判断できる。

参考・引用文献

[1] 社団法人 地域問題研究所：名古屋地下街当防災対策(名古屋駅地区)実態調査

1991年3月

[2] 日本建築学会東海支部 環境工学委員会：名古屋の地下街 —その現状と対策—

1981年5月

謝辞

本論文をまとめるにあたって、懇切丁寧な御指導、御援助を頂いた名古屋大学建築学科辻本誠助教授ならびに朴哲也助手に深く感謝いたします。また、実態調査を行う際に、御協力を頂いた名古屋市建築局の方々に深く感謝いたします。また、論文作成の際に、山崎公義氏を始めとして防災安全工学講座の諸先輩方に多大なご指導を頂いたことに心から感謝いたします。最後に作業を進める上で、いろいろと協力して頂いた辻本研究室の皆様感謝します。

長谷部 弥

1992年2月