



Title	建築空間の避難安全性の定量的評価に関する研究
Author(s)	吉村, 英祐
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3088008
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

建築空間の避難安全性の
定量的評価に関する研究

1991年10月

吉 村 英 祐

目 次

序 論

1. 研究の目的	1
2. 研究の意義・社会的背景	1
3. 研究の方法	2
4. 関連する既往の研究	3
(1) 避難安全性の評価に関する研究	3
(2) 人間の避難行動特性に関する研究	5
5. 建築空間のモデル化の方法	5
6. 論文の構成	7
7. 用語の定義	8

第1章 建築における防火・避難とその法的環境

1.1 日本における防火の歴史	12
1.2 建築計画における避難計画の位置付けの変遷	18
(1) 文献にみる避難に関する記述	18
(2) 日本建築学会の論文総目録にみる避難の分類の変遷	20
1.3 建築の防火・避難関連法規	21
(1) 防火・避難関連法規の体系	21
(2) 建築基準法関連の防火・避難規定	21
(3) 消防法関連の防火・避難規定	24
1.4 建築基準法の防火・避難規定の変遷	26
(1) 制定当時の防火・避難規定	27
(2) 建築基準法の防火・避難規定の改正経緯	27
1.5 消防法の防火・避難規定の変遷	31
(1) 制定当時の消防法	31
(2) 消防法の防火・避難規定の改正経緯	32
1.6 現行の防火・避難規定の問題点とその将来	34
(1) 現行の防火・避難規定の問題点	34
(2) 防火・避難規定の将来	37

第2章 防火・避難規定の改正が建築計画に及ぼす影響

2.1 建築計画に影響を及ぼす防火・避難規定	40
(1) 建築計画に影響を及ぼす防火・避難規定と その主要改正時期	40
(2) 改正の影響が現れる建築計画上の指標	41
(3) 改正による影響の調査方法	43
2.2 建築計画に影響を及ぼす防火・避難規定の主要改正経緯	46
(1) 防火区画に関する規定の主要改正経緯	46
(2) 直通階段の設置に関する規定の主要改正経緯	48
(3) 二以上の直通階段の設置に関する規定の主要改正経緯	49
(4) 避難階段の設置に関する規定の主要改正経緯	51
(5) 非常用エレベーターの設置に関する 規定の主要改正経緯	51
2.3 防火・避難規定の改正による影響	53
(1) 防火区画に関する規定の改正による影響	53
(2) 直通階段の設置に関する規定の改正による影響	55
(3) 二以上の直通階段の設置に関する規定の改正による影響	58
(4) 避難階段の設置に関する規定の改正による影響	60
(5) 非常用エレベーターの設置に関する 規定の追加による影響	61
2.4 モデル平面による改正の影響の定量的考察	61
(1) モデル平面の仮定	61
(2) 平面が成立する範囲の算定	63
(3) 平面が成立する範囲の算定結果	64
(4) コアタイプ別にみた法改正の影響の定量的考察	69
2.5 まとめ	71

第3章 建物内の人間の避難防災意識および日常動線に関する調査

3.1 調査の概要	73
(1) 調査の目的	73
(2) アンケートの設問概要	73

(3) 調査の実施概要	74
(4) 調査建物の概要	75
3.2 調査結果	85
(1) 回答者の属性	85
(2) 非常時の避難・防災に対する意識	86
(3) 階移動の手段	103
(4) 日常動線の傾向	123
(5) 防災設備の認知状況	148
3.3 まとめ	156

第4章 建築の避難安全性の定量的評価指標の設定

4.1 建築の安全性とその評価	158
(1) 建築の安全性について	158
(2) 建築の安全性評価の現状	158
(3) 本研究における避難安全性の考え方	160
4.2 避難安全性の定量的評価について	161
(1) 避難安全性を左右する建築計画上の要因	161
(2) 避難施設配置の有効性の定量的指標の設定	161
(3) 建築空間のネットワークモデル化	162
4.3 避難からみた平面の明快さの概念とその計量化	163
(1) 平面の明快さの概念	163
(2) 平面の明快さの計量化	164
4.4 二方向避難率の概念とその計量化	171
(1) 二方向避難率の概念	171
(2) 二方向避難率の計量化	172
4.5 最大歩行距離の概念とその計量化	173
(1) 最大歩行距離の概念	173
(2) 最大歩行距離の計量化	173
4.6 まとめ	174

第5章 一指標による避難施設配置の評価

5.1	避難施設配置の評価のためのモデルネットワークの設定	176
(1)	避難経路としての通路形状の類型化	176
(2)	モデルネットワークの設定	178
5.2	平面の明快さからみた避難施設配置の評価	179
(1)	$\max E$ となる避難施設配置	179
(2)	$\min E$ となる避難施設配置	181
5.3	二方向避難率からみた避難施設配置の評価	182
(1)	$\max R_a$ となる避難施設配置	182
(2)	$\min R_a$ となる避難施設配置	184
5.4	最大歩行距離からみた避難施設配置の評価	185
(1)	$\min D_w$ となる避難施設配置	185
(2)	$\max D_w$ となる避難施設配置	186
5.5	最適配置と最不適配置の評価値の変化	188
(1)	最適配置と最不適配置の評価値の比較	188
(2)	各指標ごとにみた最適配置と最不適配置の評価値の差	190
(3)	評価値が高くなる避難施設配置の傾向	193
5.6	一指標による最適配置の他の指標による評価	195
(1)	$\max E$ となる配置の他の指標による評価	195
(2)	$\max R_a$ となる配置の他の指標による評価	199
(3)	$\min D_w$ となる配置の他の指標による評価	201
5.7	まとめ	204

第6章 避難安全性の定量的評価

6.1	避難施設配置計画への目標計画法の適用性の検討	206
(1)	目標計画法の定式化	206
(2)	評価指標の目標値の設定	207
(3)	評価指標の重み W_i について	209
(4)	l_p 距離の次元 p について	210
(5)	目標計画法による最適配置の評価式	210

6. 2 目標計画法による避難施設の最適配置	211
(1) 初期条件の設定	211
(2) 目標計画法による避難施設の最適配置結果	212
6. 3 階層分析法による評価指標の重みの推定	219
(1) 階層分析法について	219
(2) 評価指標の一対比較アンケートの実施	219
(3) 一対比較の評価値の回答分布	221
(4) 階層分析法による評価値の重みの推定結果	226
6. 4 実際の建物への適用性向上のためのモデルの修正	227
(1) 平面の明快さの現実化のためのデータの修正	227
(2) 二方向避難率の現実化のためのモデルの修正	229
(3) モデルの修正にともなう必要データの追加	229
6. 5 評価対象施設のネットワーク化	230
(1) 評価対象施設の選定	230
(2) 空間のネットワーク化の原則	235
(3) 評価対象施設の現状のネットワーク化	235
6. 6 避難安全性の定量的評価	241
(1) 避難安全性の定量的評価について	241
(2) 現状の避難安全性の評価	243
(3) 安全化対策の効果の評価	241
(4) 結果の考察	250
6. 7 まとめ	251
結 語	255
謝 辞	260
参考文献	261
発表論文目録	269
資料 1	281
資料 2	293

序　　論

1. 研究の目的

近年、防災設計技術や防災設備機器が長足の進歩を遂げ、より大規模な、あるいはより用途が複合化した施設が計画されるようになった。しかし、そのなかには、火災時の安全性の確保を排煙設備、防火シャッター、スプリンクラー等の防災設備に全面的に頼り、空間自体の持つ安全性が非常に低い例が見られる。本来、建築の安全性は、まず避難階段や避難バルコニー等の避難施設の配置を適切に計画して、避難経路の明快化、二方向避難の確保、避難歩行距離の短縮等をはかり、火災時に安全に避難できる空間構造をつくることによって得るべきであり、防災設備は、安全性の向上の補助的な手段として位置付けられなければならない。

本研究は以上のような視点に立ち、まず防火・避難に関する規定と建築計画の関わりを論じて、建築における避難安全性の位置付けを明確にしたうえで、大規模建築物の避難安全性を定量的にとらえる評価指標を提案し、避難施設の配置や避難経路形状と避難安全性の関係を明らかにするとともに、複数の評価指標を同時に考慮して避難安全性を合理的かつ客観的にとらえる評価手法を提案し、有効な避難安全設計の手がかりを得ることを目的とするものである。

2. 研究の意義・社会的背景

建築の耐火性能の向上や不燃化の促進とともに、防災設備の開発が進んできている一方で、防火・避難関連規定が徐々に改正・強化され、建築の避難安全性は着実に高まりつつある。また、1981年10月からは建設省の通達により、一定規模以上の建築計画に対して、確認申請時に防災計画書を提出するよう義務づけられ¹⁾、防災計画書は避難防災設計に対する設計者の意識の向上に大きく寄与してきた。しかし、1フロアだけで床面積が10,000m²以上、通路延長が数百mにもおよぶ大規模な建築物や地下街²⁾が計画されるようになると、設計者が経験や勘に頼って、空間自体に十分な避難安全性をもたせることが困難にな

りつつある。

そこで、建築の避難安全性を検討する有力な手法として、コンピュータによる避難シミュレーションが行われるようになったが、避難シミュレーションの結果は、与えられた仮定条件により大きく変わる可能性があるため、結果の解釈には慎重を期さねばならない。また、避難シミュレーションは、避難行動や煙の伝播状況等の忠実な再現をめざしてモデルを精緻化するほど入力データが膨大になり、演算時間も飛躍的に増大するため、フィードバックが繰り返されるべき基本計画に適さず、またプログラムがその開発者以外の人のみならず、開発者自身にとってもブラックボックス化するという問題をかかえている。このような状況では、より実用性が高く、かつ本質をとらえた避難安全性の評価手法が必要とされている。

3. 研究の方法

本研究の内容は、前半の各種調査に基づく研究（第1章～第3章）と、後半の理論的研究（第4章～第6章）の二部に大別される。

各種調査に基づく研究では、①建築関連雑誌に掲載された記事や図面をもとに行う資料・文献調査、②調査する建築物に赴いてデータを収集する現地調査、③在館者に調査用紙を配布し、回答を記入してもらうアンケート調査の三つの調査を行っている。

理論的研究では、まず建築空間を頂点（node）と辺（edge）でネットワークにモデル化し、空間の諸性質を隣接行列、距離行列、重みベクトル等で表現して、コンピュータによる演算処理を可能にする。そのうえで、避難安全設計において考慮すべき重要な事項であり、かつ定量的把握が容易な、①避難からみた平面の明快さ、②二方向避難の確保の程度、③避難施設までの最大歩行距離という三つの評価項目を設定し、それらを定量的に表現する方法を示す。

次いで、これらの指標による避難施設の最適配置とネットワーク形状の関係を明らかにするために、トポロジー的性質が異なる3種類のモデルネットワークを設定し、これらを対象にして、三つの評価指標を同時に考慮した総合評価としての避難安全性を定量的にとらえる方法を示す。

最後に、実在するホテル、ショッピングセンター、病院、地下街の4種類の施設をネットワークにモデル化し、これらの避難安全性の評価を行う。

4. 関連する既往の研究

(1) 避難安全性の評価に関する研究

a. 避難安全性評価の基礎となった研究

避難時の安全性評価の基礎的指標となるのは、避難時間、滞留人数、歩行速度、群集流動係数などであるが、木村幸一郎・伊原貞敏は、鉄道駅における群集流動を観察し、群集密度と群集歩行速度の関係を明らかにするとともに、群集流動係数の概念を示す論文を、早くも1937年に発表している（文1）。その後、戸川喜久二は群集流計算に関する理論式を1954年に発表したが（文2），これはその後の避難計算式の基本となる画期的なものであった。戸川は、引き続き群集の集結・流出・滞留の理論式を導き、実用計算式を提案するとともに、木造校舎で死者16名を出した火災を群集避難の点から分析し、計算上の滞留箇所が死亡者の発生場所と一致することを指摘した（文3）。堀内三郎らは、戸川の理論を体系化・精緻化し、避難者の滞留状況や煙の伝播範囲などを時系列的に把握して、一定時間以上煙に曝される人数を計算し、火災時の危険性を煙による人的被害として定量的にとらえる概念を示した（文4）。滞留人数や避難時間の計算は、コンピュータが得意とするところであり、この考え方は、以後の避難シミュレーションに引き継がれていく。

b. 避難シミュレーションを用いた研究³⁾

1970年代にはいると、人間の行動をコンピュータでシミュレートする研究が本格的に始まった。デパート火災の危険性を示した岡田光正の研究（文5），建物全体を対象として避難時間を求めた吉田治典の研究（文6），G P S S を用いて各階の待ち人数を求めた中村良三の研究（文7），オートマトンにより人間の心理状態を扱った渡辺仁史の研究（文8）が1973年に発表されたのを皮切りに、ネットワークモデルによる避難・煙拡散同時避難シミュレーションを行った堀内三郎・小林正美の研究（文9），避難行動を確率現象としてとらえた桑原 宏の研究（文10），A P L を用いた中村良三の研究（文11）など、数多くの論文

が相次いで発表された。

1970年代後半になると、電気工学の分野でも避難シミュレーションの研究が行われるようになるが（文12, 文13），その多くは精緻な数学モデルに基づくもので、研究上は興味深いが、膨大な演算を要するため、実用性に欠けるものもある。

1980年代にはいっても、従来の二次元メッシュモデルを三次元に拡張した煙拡散・避難同時シミュレーションの開発を行った岡田光正らの研究（文14），火災時の人の心理状態を組み込んだメッシュモデルによる位寄和久の研究（文15）などが発表されたが、パソコンの能力向上や、デジタイザ、プロッタ等の周辺機器の普及につれて、データ入力の容易さや、シミュレーション結果のグラフィック表現にも力が入れられるようになった（文16, 文17）。一方で、コンピュータの能力の飛躍的な向上に伴い、モデルの精緻化が一層進んだが、これはシミュレーションシステムのブラックボックス化をもたらした。

避難シミュレーションは、海外でも開発が行われており、Fred. I. Stahl（文18），R. L. Francis and F. B. Saunders（文19），Leonard Y. Cooper and David W. Stroup（文20），Daniel M. Alvord（文21），T. M. Kisco and R. L. Francis（文22）らの、ネットワークによる避難シミュレーションの研究を始めとして、数多くの論文が発表されている。

しかし、現時点で避難シミュレーションの研究は一応出尽くした感があり、このあたりで一度、仮定条件や結果の比較を行い、研究成果を整理する時期に来ているといえよう。

c. 避難シミュレーションを用いない研究

避難シミュレーションは、避難防災の研究に多大な知見を提供してきたが、モデルの精緻化をめざすほど実用性が低下するという、避けられない問題点がある。シミュレーションに頼らないことは、ブラックボックス化を避け、比較的容易に評価を行えることでもあり、実用的な評価方法を開発する意義は、ここにある。

このような研究は、川村武雄による防災計画の定量化の研究（文23），ネットワークの結合度を応用して火災拡大性能の評価を試みた吉田克之の研究（文24），防災からみた空間特性をネットワークで表現することを試みた矢代嘉郎

の研究（文25），渡辺仁史による避難ポテンシャルを用いた避難安全性評価手法（文26），Geoffery N.Berlinの避難ポテンシャルの評価の研究（文27）などがある。本研究も，この立場に立っている。

（2）人間の避難行動特性に関する研究

人間の行動特性に関する研究は古くから行われ，数多くの重要な知見が得られている。戸川は人間の行動観察をもとに，人間の行動の癖を科学的に実証した（文28）。神忠久は，煙の中での歩行速度を調査し，貴重なデータを得ている（文29）。渡部勇市の迷路における避難行動実験（文30）や，北後明彦の煙中における迷路の歩行実験（文31）とスライドによる経路選択実験（文32），室崎益輝の階段室における群集の合流実験（文33）なども，貴重な知見を得ている。

避難行動は社会心理学の分野でも関心が持たれており，グラフィックディスプレイ上に迷路の三次元透視図を表示して，迷路からの脱出状況をシミュレートしている，釘原直樹の研究（文34）などがある。

しかし，以上の研究の多くは平常時の人間を被験者としているため，得られた結果から，実際の火災時の人間行動を予測するには限界がある。

このような限界を越えるものとして，実際に火災に遭った生存者にヒアリングを実施し，避難の状況や避難行動軌跡を詳細に追跡した堀内らの研究（文35）が注目される。この研究は，従来から言われていた火災時の一般的な行動の傾向を一層明らかにした点で特筆される。また，実際の火災を対象としている点で強い説得力があり，今後の発展が期待される分野である。

5. 建築空間のモデル化の方法

建築空間を定量的に解析するためには，建築空間を数値データ化できる形にモデル化する必要がある。モデル化の方法として一般的なのが，ネットワーク化，メッシュ化，座標化の三つである。

a. ネットワーク化

建築平面をネットワーク化して扱った初期の研究としては，太田利彦の一連の研究があげられる（文36）。太田は，建築内部をブロック化して点に置き換

え、それらの相互のつながりを辺で示して建築空間をトポロジー的にとらえ、建築平面の数学的解析を試みている。吉田勝行は、この考え方を一層押し進め、グラフ理論を用いて平面分割の成立条件を論じ（文37），直方体の分割を母体とした平面計画の最適化をコンピュータによって行う方法に発展させた。原 広司らは建築空間をグラフで表現し、グラフの形態とその隣接行列に着目して平面計画への適用を試みている（文38）。最近では寺田秀夫（文39），高木幹朗（文40）らも、ネットワーク化による平面の分類や分析を試みている。海外では、Peter A. Slann（文41），J. Christopher Jones（文42），Gary T. Moore（文43），Geoffery Broadbent（文44），M. T. A. Gawad（文45），J. P. Steadman（文45）らが、グラフ理論を設計に応用する概念を示している。なお、ネットワークモデルは数学的扱いが容易なため、避難シミュレーションシステムによく用いられている（文5.文7～文10）。

b. メッシュ化

建築空間を正方形または長方形のメッシュに分割してモデル化する方法で、特に大空間のモデル化に適するが、小割の部屋が多い平面のモデル化には向かない。演算処理やデータ化が容易で、モデルの精度を上げるにはメッシュを細かくすればよいが、必要メモリや演算時間が飛躍的に増大するという問題点がある。メッシュモデルによる避難シミュレーションシステムも、数多く開発されている（文12, 文14, 文15）。

c. 座標化

壁や開口部の位置、避難者の位置などの情報を座標で与えるもので、建築空間をもっとも正確に表現でき、避難者の行動や煙の伝播状況をミクロにとらえるのに適している。しかし、データのインプットに膨大な手間がかかる、必要メモリ量が非常に大きくなる、演算時間が長くなる等の問題があるため、大規模な建物には向かず、避難モデルでの実例は少ない。

そのなかで、岡崎甚幸は座標化によるモデルに早くから取り組み、精緻な歩行シミュレーションモデルを作成している（文47）。海外では、F. I. Stahlの避難モデル（文18）が、座標を用いている。

6. 論文の構成

本論文は、6章で構成されている。各章の概要は、以下のとおりである。

第1章「建築における防火・避難とその法的環境」では、防火の歴史、建物火災の歴史、建築計画における避難計画の位置付け、建築の避難・防災関連法規とその改正経緯を整理したうえで、現行の防火・避難規定の問題点を指摘し、建築物の機能や空間構成がますます複雑化しつつある時代の流れに即した法的環境の整備の必要性を論じた。

第2章「防火・避難関連法規の改正が建築計画に及ぼす影響」では、特に事務所ビルのプランタイプやコアタイプの変化と、建築基準法や消防法の改正時期の関連を調べ、法改正が建築計画に与える影響を明らかにした。

第3章「避難からみた建物内の人間の行動および意識に関する調査」では、オフィスビルを対象に行った、在館者の日常動線の調査や在館者の避難・防災意識の調査の結果を分析し、避難防災計画上有用な知見をまとめた。

第4章「建築平面の避難安全性の計量化」では、まず建築の安全性の概念を整理したうえで、避難安全性の評価指標として、①避難からみた平面の明快さ、②二方向避難の確保の程度、③避難施設までの最大避難歩行距離の三つを設定し、それらの概念と計量化の方法を示した。

第5章「一指標による避難施設配置の評価」では、トポロジー的性質の異なる3種類のモデルネットワークを対象に、第4章で設定した三つの評価指標で別々に避難施設配置を評価した結果、各指標ごとに最適配置が異なること、およびネットワークのトポロジー的性質により最適配置の傾向が異なることを明らかにした。

第6章「避難安全性の定量的評価」では、目標計画法を導入して避難安全性を定量的に評価する方法を提案し、その適用例として、実在する「ホテル」、「ショッピングセンター」、「病院」、「地下街」の現状の避難安全性の評価を行い、避難施設の増減や避難誘導による避難安全性の変化を調べて、避難安全対策の効果を定量的にとらえた。最後に、提案した評価方法の実用性と問題点を検討し、避難安全性の評価手法の実用化に向けての、今後の課題について述べた。

7. 用語の定義

本論文で用いる用語は、以下に規定する意味で用いている（50音順）。

(1) l_p 距離の次元

n 個の実数の対 $(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ の全体集合 E^n (n 次元ユークリッド空間)において、2点 $p = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, $q = (y_1, y_2, y_3, \dots, y_n)$ 間の l_p 距離 $d(p, q)$ は、

$$d(p, q) = \left[\sum_{k=1}^n (x_k - y_k)^p \right]^{1/p}$$

で表されるが、このときの p を l_p 距離の次元という。

(2) 階移動

階段やエレベーターを使って、建物内のある階から他の階へ移動することで、 $+n$ 階 ($n > 1$) の階移動とは n 階上の階に行くことを、 $-n$ 階の階移動とは n 階下の階に行くことをいう。

(3) 階段利用率

アンケートにおける、ある階数だけ階移動するという回答数の、階段を使って目的の階に行くという回答数に対する比率で、次式で定義される。

$$\text{階移動時の階段利用率} = \frac{S_n}{M_n} \times 100 (\%)$$

M_n : $\pm n$ 階 ($n > 1$) だけ階移動するという回答数

S_n : 階段を使って $\pm n$ 階 ($n > 1$) 先の目的階に行くという回答数

(4) 回路 (cycle)

始点と終点が同一であるパスのことをいう。

(5) 回路階数 (cyclomatic number)

グラフにおける、互いに重複しない、しかも独立な回路の数のことで、グラフにおける頂点の数を n 、辺の数を m とすると、連結なグラフの回路階数 (μ) は、 $\mu = m - n + 1$ で表される。

(6) 木 (tree)

連結はしているが、回路を持たないグラフ（回路階数 $\mu = 0$ ）。木における任意の2つの頂点は、唯一のパスによって連結している。

(7) 績何平均

k 個の数値 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_k$ の積の k 乗根 $(a_1 a_2 a_3 \dots a_k)^{1/k}$ を、これらの数値の績几何平均という。

(8) 最大歩行距離 (D_w)

ネットワークにモデル化した建築平面の頂点に避難施設を配置したときに、任意の頂点から各避難施設への最短の歩行距離 (m) のうち、もっとも大きい値を最大歩行距離という。詳細は 4.5 (pp. 173-174) を参照。

(9) 次数 (degree)

グラフのある頂点を端点とする辺の本数を、その頂点の次数という。

(10) トポロジー的視点

建築空間の各部分をネットワークにモデル化し、各部分相互の距離や角度を問題にせず、相互のつながりだけに着目することにより、空間の本質が理解しやすくなる。このような空間の見かたを、ここではトポロジー的視点とよぶ。

(11) 二方向避難確保率 (R_a)

ネットワークにモデル化した建築平面の頂点に避難施設を配置したときに、

$$R_a = \frac{\text{二つ以上の避難施設とつながっている頂点}}{\text{全頂点の重みの和}}$$

で表される比率を、二方向避難率 R_a ($0 \leq R_a \leq 1$) と定義する。詳細は 4.4 (pp. 171-173) を参照。

(12) パス (path)

あるグラフにおいて、頂点 p から頂点 q の間に辺の系列 $\{[p, a], [a, b], [b, c], \dots, [k, d], [d, q]\}$ がみられ、どの隣りあう二辺も一つの頂点を端点として共有する場合、この辺の系列をパスといい、頂点 p を始点、頂点 q を終点と呼ぶ。

(13) 避難安全性 (z)

建物において火災が発生したときに、煙や火炎に被曝することなく、安全かつすみやかに避難階段や避難バルコニー等の避難施設に到達し、最終的な安全域である屋外の地上に避難できることを、避難安全性が高いという。本論文では、建築平面をネットワークにモデル化したうえで、避難安全性を「平面の明快さ」、「二方向避難確保率」、「最大歩行距離」の三つの評価指標を目標計画法で統合した評価値 z ($0 \leq z < 1$) で、定量的に表現している。詳細は 6.6

(pp. 241) を参照。

(14) 避難器具

避難設備のうち、消防法施行令第七条第4項第一号に掲げるものを、特に避難器具という。

(15) 避難施設

本論文では、屋外への出入口、避難階段と避難上有効なバルコニーを避難施設という。建築基準法第七条の三および同施行令第十三条の三では、これ以外に廊下、屋外通路、屋上広場、排煙設備、非常用照明装置などの設備機器を避難施設と定義しているが、ここでは含めない。

(16) 避難設備

消防法施行令第七条第4項第一号に掲げるすべり台、避難はしご、救助袋、緩降機、避難橋その他の避難器具（避難用タラップ、すべり棒、避難用ロープ）と、同第二号に掲げる誘導灯および誘導標識をさす。

(17) 平面の明快さ（E）

ネットワークにモデル化した建築平面の頂点に避難施設を配置したときに、避難施設自身を含むすべての頂点から、いずれかの避難施設に最短経路を通じて到達できる程度を、平面の明快さ（E）と定義する。Eの値は、ネットワーク上のどの頂点も、枝分かれのない1本道で、いずれかの避難施設とつながっている場合に限り $E = 1$ となり、逆に無限に大きいネットワークに有限個の避難施設を配置した場合に $E \rightarrow 0$ となる ($0 < E \leq 1$)。詳細は4.3 (pp. 163-171) を参照。

(18) 歩行距離制限値（L_w）

建築基準法施行令第百二十条で規定される数値で、居室の種類、居室のある階数、内装によって $30 \leq L_w \leq 60\text{m}$ の範囲で規定される。同第百二十五条により、避難階では L_w が2倍まで緩和される。

(19) 迷路

学習心理学における迷路学習が対象とする迷路は、唯一存在する正しい脱出経路から袋小路が枝分かれした木（tree）状のものであるが、避難行動実験においては木以外のものも用いられるため、厳密には迷路状空間と呼ぶほうが適切である。しかし、本論文では木に限定せず、迷路を広義に解釈して、「迷い

やすい複雑なつながりかたをした通路」という意味で用い、迷路状空間を単に迷路と呼ぶことにする。

(20) 有向辺

グラフの辺に向きを与えた辺のことをいう。

(21) 有向化

グラフの辺を有向辺にすることをいう。

(22) 連結

グラフ内の任意の2つの頂点間にパスが存在する場合、そのグラフは連結しているという。

注

- 1) 昭和56年7月30日建設省住宅局建築指導課長通達第190号。当初は、高さ31mをこえる建築物が防災計画書の作成対象であったが、昭和57年に対象が拡大され（昭和57年5月20日付建設省住宅局防災対策室長通達16号）、高さ31m以下でも、①利用者数が多い、平面が複雑などの理由で特に必要と認められる場合、②旅館・ホテルで5階以上の階または地階でその用途に供する部分が2,000m²をこえるものについては、建築確認に際して防災計画書の作成を指導することになる一方で、対象建物が一部緩和され、利用者数が少數である場合、または防災上の問題が少ないことが明らかな場合は、高さが31mをこえても防災計画書の作成は不要となった。
- 2) 1985年9月にオープンした横浜新都市ビルは、延床面積が18,5172m²、基準階床面積が13,369m²に達し、キーテナントの「横浜そごう」の売り場面積が68,413m²で、開業時点で日本一広いデパートである。また、大阪市北区のJ R大阪駅前に計画中のダイヤモンド地下街は延床面積が34,500m²で、既存の梅田地下街等と接続されると、巨大な地下空間が出現する。
- 3) ここで紹介した論文は、筆者が入手しているものに限っている。詳しくは、シミュレーションモデルの概要と分類、開発の歴史、その論文実例等が網羅され、体系的に整理されている文48を参照されたい。

第1章 建築における防火・避難とその法的環境

1.1 日本における防火の歴史¹⁾

a. 近世までの防火

日本で最も古い防火規定とされているのは、養老令（718年）にある「倉には防火用水を備え、五十丈以内に建物を建ててはならない」という内容の条文である。しかし、一般的には祈祷が火事を避けるための手段とされ、火を連想させる深紅の衣を着ることが禁じられたり、火という文字が忌み嫌われた。そのため、一部貴族の間では、土蔵造りの家が建てられた。

江戸時代になって都市が発達すると、都市部で大火が頻発するようになる。特に江戸では、江戸時代に延長15町（約1,635m）以上の大火が100件近く発生し、世界的にもまれな火災多発都市であった。徳川幕府は、江戸のかなりの部分を焼きつくした明暦の大火（1657年）を契機に、翌1658年に幕府直属の定火消を設置し、また防火に関わる町触をたびたび出した。しかし、当時の建築材料や消防力を考えれば、火の用心の徹底は当然として、破壊消防、広小路・防火堤・火除地の設置など、延焼防止という受け身のものにならざるを得なかつた。たび重なる火災に、徳川吉宗はそれまで禁じられていた町屋の土蔵造り・塗屋・瓦屋根をついに解禁し、防火建築を奨励したため、以後江戸の市街は少しづつではあるが、防火的になっていった。しかし、防火建築は一般町人の家には普及せず、集団で建築されることがなかったため、個人の財産保全には役立つであろうが、大火防止の点からは効果が期待できなかつた。

b. 明治・大正時代の防火

明治初期の調査では、江戸市街地にはほぼ相当する東京15区内の全家屋のうち瓦屋根はわずか39%で、土蔵・塗屋は5%にも満たなかつたといふ。1872（明治5）年に銀座、1879（明治12）年に日本橋で大火が発生したのを契機に、明治政府は1881（明治14）年、東京の主要地域に16の防火線路を設定し、その両側に建築する家屋を煉瓦造・石造・土蔵造の建築に制限したため、東京の大通り

の両側には多くの土蔵造家屋が建ち並んだ。この規定は後の防火規定の先駆となるものであった。しかし、これらの路線は市区改正速成計画の実施により拡幅されたため、多くの家屋が取り壊され、この規定は消滅した。

1919（大正8）年に都市計画法と市街地建築物法が制定されると、当時の6大都市（東京、横浜、名古屋、京都、大阪、神戸）に防火地区の制度が復活し、防火地区内に建てる建築物の制限が詳細に規定された。1926（大正15）年には、さらに41都市が追加指定された。

c. 昭和時代前半（1945年まで）の防火

市街地建築物法および同施行規則は、制定以来数次の改正が行われていたが、1932（昭和7）年に白木屋百貨店火災で死者14名を出したのを契機に、1936（昭和11）年に特殊建築物規則（内務省令第31号）が公布され、学校と百貨店の避難規定、共同住宅と自動車車庫の耐火・防火規定が定められた。

次第に戦時色が濃くなった1939（昭和14）年には、防空建築規則が公布され、木造建築物の防火規定が定められた。1942（昭和17）年には防火改修規則（内務省令第16号）が公布され、既存の裸木造物の外壁・軒裏等を防火構造に改修することを推進した。しかし、空襲による大火は防ぎようもなく、全国115都市で約230万戸が焼けて、1945（昭和20）年8月に終戦を迎えた。

d. 昭和時代後半（1945年以降）の防火

終戦を迎えてからも火災が頻発し、戦災都市に限れば新築坪よりも焼失建坪のほうが大きい月もあった。特に1947年には火災が急増し、全国で18,806件の火災が発生、485人が焼死したことなどから、「文化国家を標榜するものとして大なる恥辱」と言われた²⁾。そこで、1948（昭和23）年に臨時防火建築規則（建設省令第6号）が公布され、木造建築物の防火について定められるとともに防空建築規則が廃止された。しかし、これは過渡的な法令であったため、建設省は新たに建築基準法案を作成した。この法案は建築基準法・同施行令として第七通常国会で可決され、1950（昭和25）年5月24日に公布、11月23日に施行され、公布と同時に市街地建築物法は廃止された。

建築基準法に先立ち、消防組織法が1947（昭和22）年12月23日に公布、1948（昭和23）年3月7日に施行、また消防法が1948年7月24日に公布、8月1日に施行された。なお、消防法施行令は1961（昭和36）年3月25日に公布されている。

建築基準法と消防法およびその関連法規は、その後幾度かの改正を経て現在に至っている。これについては、1.4ならびに1.5で詳しく述べる。

1945年以降に発生した主な火災を、建物種別に表1-1～表1-5に示す。

表1-1 病院・診療所・老人ホームの主要火災（1945年以降）

発生年月日	被災建物名	所在地	死者	負傷者
1947.11.27	高田脳病院	新潟		8
1948. 1. 5	宮崎脳病院	宮崎	10	
1949. 4. 14	厚生農協連津軽病院	青森	7	
1951.12. 2	釧路市立病院	釧路市	19	
1955. 2. 17	聖母の園養老院	横浜市	99	
6.18	式場精神病院	市川市	18	0
1959. 1. 6	多良木病院	熊本	12	23
1960. 1. 6	日本医療伝道会衣笠病院	横須賀市	16	0
3. 8	徳山静養院	徳山市	3	0
3. 19	国立療養所精神科	久留米市	11	
10.29	香流精神病院	守山市	5	0
1961. 5. 5	根岸国立病院	府中市	2	0
1962. 1. 25	佐藤病院	柏江市	7	3
1964. 3. 20	常岡病院	伊丹市	9	3
1967. 1. 5	植松病院	横浜市	4	1
1967. 5. 6	新宿赤十字産院	東京都新宿区	0	1
1968. 1. 14	みのり学園	大分	6	1
1969.11.19	藤井精神病院	阿南市	6	5
1970. 6. 29	秋山会両毛病院	佐野市	17	1
8. 9	手稲病院	札幌市	5	1
1971. 2. 2	小島病院	宮城県岩沼町	6	0
1973. 3. 8	済生会八幡病院	北九州市八幡区	13	3
4. 20	青森市民病院小浜分院	青森市	3	0
1974. 1. 26	湯浅内科病院	尾道市	2	22
1975. 2. 8	愛知県がんセンター	名古屋市千種区	0	0
1977. 2. 6	白石中央病院	札幌市白石区	4	5
5.13	岩国病院	岩国市	7	5
1980. 2. 19	国島病院	釧路市	7	5
5.12	古閑病院	熊本県上益城郡	4	3
1984. 2. 19	青山病院	尾道市	6	1
1986. 7. 31	陽気寮	神戸市北区	8	0
1987. 2. 11	仏祥院	富士市	5	1
1987. 6. 6	松寿園	東村山市	17	25

表1-2 ホテル・旅館の主要火災（1945年以降）

発生年月日	被災建物名	所在地	死者	負傷者
1956. 8. 18	松本旅館	大館市	0	16
1957. 12. 4	川奈ホテル	伊東市	0	14
1958. 4. 25	やしま旅館	京都市中京区	1	25
1963. 8. 8	錦水別館	福山市	6	14
1965. 2. 4	八峰館	東京都豊島区	2	8
1966. 3. 11	菊富士ホテル	群馬県水上町	30	29
1967. 4. 5	京都国際ホテル	京都市中京区	0	12
1968. 2. 25	大伊豆ホテル	神奈川県湯河原町	2	79
9. 13	福寿美旅館	神奈川県湯河原町	0	5
9. 14	白樺湖ホテル	茅野市	0	0
11. 2	池之坊満月城	神戸市有馬温泉	30	44
1969. 1. 9	日本青年館	東京都新宿区	2	9
2. 5	磐光ホテル	郡山市	30	35
3. 29	トルコその	東京都新宿区	5	3
4. 21	ホテルいのう	北海道岩内町	0	21
5. 18	白山荘	加賀市	0	16
8. 6	龍登園	佐賀県大和町	0	2
11. 19	熱川大和館	静岡県東伊豆町	1	14
11. 27	鶴見園観光ホテル	別府市	2	6
1970. 2. 3	つるやホテル	熱海市	0	2
2. 15	奥道後ホテル	松山市	1	0
1971. 1. 2	寿司由楼	和歌山市	16	15
1. 28	のだや去留庵	静岡県修善寺町	2	2
1972. 2. 25	椿グランドホテル	和歌山県白浜町	3	6
1973. 6. 18	釧路オリエンタルホテル	釧路市	2	27
10. 11	坂口荘	神戸市	6	5
1975. 3. 10	千成ホテル	大阪市西成区	4	61
10. 5	袋田温泉ホテル長生閣	茨城県大子町	0	1
1976. 8. 31	ホテル「青い城」	東京都葛飾区	2	7
1977. 12. 18	旅館丸井荘	会津若松市	4	11
1978. 6. 15	ビジネスホテル白馬	半田市	7	20
1980. 11. 20	川治プリンスホテル	栃木県藤原町	45	22
1982. 2. 8	ホテルニュージャパン	東京都千代田区	33	34
11. 18	庄川温泉観光ホテル	富山県庄川町	2	8
1983. 2. 21	蔵王観光ホテル	山形市	11	2
1985. 4. 1	白馬乗鞍ペンション	長野県小谷村	2	0
1986. 2. 11	ホテル大東館	静岡県東伊豆町	24	0
4. 21	峰温泉菊水館	静岡県河津町	3	55

表1-3 百貨店・スーパー・ショッピングセンターの
主要火災（1945年以降*）

発生年月日	被災建物名	所在地	死者	負傷者
1932.12.16	白木屋百貨店	東京都中央区	14	40
1952.11.30	かねやす百貨店	小倉市	0	5
1956. 5. 5	仙台丸光百貨店	仙台市	0	4
1958. 7. 23	玉屋デパート	佐世保市	0	15
1961. 7. 2	大丸百貨店	大阪市南区	0	32
11. 30	丸光百貨店	長野市	0	7
1963. 8. 22	西武百貨店池袋店	東京都豊島区	7	216
12. 21	淵上百貨店	福岡市	0	9
1964. 2. 13	松屋銀座店	東京都中央区	0	24
4. 23	山崎百貨店	宇都宮市	0	0
1965. 11. 27	衣料デパートいづみや	大阪市北区	0	9
1966. 2. 7	仙台「まるしん」マーケット	仙台市	2	2
1967. 9. 13	寝屋川第一センター市場	寝屋川市	5	2
1968. 1. 15	小田急O X町田店	町田市	0	15
1970. 2. 6	豊栄百貨店	豊橋市	0	17
3. 5	サトリ百貨店	渋川市	0	1
1970. 9. 9	野沢屋百貨店	横浜市中区	1	1
9. 10	福田屋百貨店	宇都宮市	0	9
1971. 5. 12	田畠百貨店	千葉市	1	63
6. 17	暮しのデパート	札幌市	2	0
12. 26	十字屋デパート	宇都宮市	0	0
1972. 2. 7	ユニー大田川S.C.	東海市	0	0
3. 30	中部ユニー栄さが美センター	名古屋市中区	2	1
1973. 9. 25	西武高槻S.C.	高槻市	6	13
11. 29	大洋デパート	熊本市	103	121
12. 7	いとう屋	館山市	0	5
1974. 2. 17	神戸デパート	神戸市	1	40
3. 27	下関大丸百貨店	下関市	0	20
7. 16	京急サニーマート	横浜市	0	0
1976. 1. 2	香芝中央デパート	奈良県香芝町	0	0
1978. 5. 29	東急ストア一辻堂店	藤沢市	1	6
9. 26	カタセ	松本市	6	12
1986. 6. 14	東武百貨店船橋店	船橋市	3	0
1990. 3. 18	長崎屋尼崎店	尼崎市	15	6

* 白木屋（1932年）のみ1945年以前。

表1-4 劇場・映画館の主要火災（1945年以降）

発生年月日	被災建物名	所在地	死者	負傷者
1953. 4. 5	民衆映画	宇都宮市	6	6
9. 6	スバル座	東京都千代田区	0	5
1954. 9. 15	O S 映画館	大阪市	6	6
1956. 2. 23	神田共立講堂	東京都千代田区	0	11
11. 20	建国館	熊本県多良木町	5	5
12. 22	文化劇場	島田市	0	16
1957. 4. 2	明治座	東京都中央区	0	9
1958. 2. 1	東京宝塚劇場	東京都千代田区	3	25
1959. 1. 27	銀映座	北海道美幌町	12	23
1964. 11. 22	吉景館	東京都台東区	7	4
1968. 1. 14	ブロンズ会館	東京都豊島区	0	14
3. 18	国際劇場	東京都台東区	3	7
1969. 12. 14	友楽座	奈良市	3	
1974. 2. 16	ミュージックシアター リド	仙台市	3	3
1976. 10. 29	グリーンハウス	酒田市	1	1003

表1-5 雜居ビルの主要火災（1945年以降）

発生年月日	被災建物名	所在地	死者	負傷者
1964. 12. 21	キャバレー金の扉	東京都豊島区	1	18
1965. 4. 10	渋谷東急ビル	東京都渋谷区	0	38
1966. 1. 9	金井ビル	川崎市	12	14
1967. 2. 28	東大阪石切ヘルスセンター	東大阪市	0	12
1968. 1. 11	チトセ観光サウナ	名古屋市中区	2	5
1. 14	ブロンズ会館	東京都豊島区	0	14
1. 17	喫茶田園ビル	北九州市小倉区	5	3
3. 13	有楽町ビル	東京都千代田区	3	5
1969. 1. 18	林ビル	東京都渋谷区	0	2
5. 1	蒲田文化会館	東京都大田区	0	13
1970. 12. 26	水戸市中央ビル	水戸市	2	18
1972. 5. 13	千日デパート	大阪市南区	118	81
1973. 5. 28	第6ポールスタービル	東京都新宿区	1	0
12. 19	大門観光	津市	0	1
1975. 3. 1	池袋朝日会館	東京都豊島区	5	17
12. 9	ゴールデンクイーン	日立市	3	78
1976. 11. 30	新宿第一モナミビル	東京都新宿区	0	25
12. 4	国松ビル	東京都墨田区	6	3
12. 16	今井ビル	旭川市	3	0
12. 26	三沢ビル	沼津市	15	8
1978. 3. 10	今町会館	新潟市	11	2
11. 19	天狗ビル	東京都葛飾区	4	3
1979. 11. 9	イトーヨーカドー大山店	東京都板橋区	0	4
1984. 11. 15	三島ビル	松山市	8	11

1.2 建築計画における避難計画の位置付けの変遷

現在では、一定の規模・条件を満たす建築物に対しては確認申請時に防災計画書の提出を義務付けるなど、避難計画が建築計画において重要な位置を占めている。しかし、避難計画が建築計画の重要な一項目となるまでには、建物火災による幾多の犠牲者の存在を考えないわけにはいかない。

ここでは、建物火災時の避難の問題を論じた文献中の記述を集めて、その記述内容と記述量、目次に占める位置を調べて、建築計画における避難計画の位置付けの歴史的変遷を追うこととする。

(1) 文献にみる避難に関する記述

1945年の終戦直後は、頻発する市街地火災への対応で手が一杯であった。そうした状況のなかで、1949年発行の「耐火建築」（文1, p. 44）では、建築物を耐火的にするためには、計画・材料・構造・消防の四方面から攻究する必要があると説き、計画では「建築物計画の当初から、防火上有効なように平面計画その他を行うことが重要」として、「火災の場合の避難・消防等の便利上から高層建築を避ける」「非常の際、安全に避難し得る如き出入口・通路・階段・エレベーター等の絶縁に注意し、これ等の部分が火災時に煙道となって火勢を強め、又は避難路を遮断しないよう注意する」としているのが注目される。しかし、「我国の現状から見て……材料・構造に関して……少しく紙幅を費やすことにする」（文1, p. 45）として、避難に関する記述は、これ以外に見あたらない。1951年発行の「建築の防災」（文2, p. 228）では、建築の防火設計上の注意が13項目にまとめられているが、避難に関する項目はない。1953年発行の「建築と火災」（文3）においても、木造家屋の防火や耐火建築については詳しいが、避難に関する記述は見られない。

避難計画が初めて明確に記述されたのは、1956年発行の建築学大系21「建築防火論」（文4）においてであり、戸川喜久二の研究成果が「第6章 建築防火」の一項に避難計画として取り上げられている。1970年発行の新訂建築学体系21「建築防火論」（文5）では、避難計画の項目が「第7章 火災危険」に移り、避難時の人行動が「第4章 建物の火災性状」の最後の項目に新たに追加された。

この頃から、防災・避難に関する本が相次いで出版されるようになった。1969年発行の「建築の防火避難設計」（文6, pp. 7-20, pp. 179-244）は、避難計画を前面に押し出し、建物種別に避難の点から見た平面計画を論じた。1970年発行の「ビル火災の避難と救助」（文7）は避難の問題に的をしぼり、国内のみならず海外の火災事例から貴重な教訓を引き出している。同年発行の「建築安全計画」（文8）は主に自然災害を中心に扱っており、火災時の避難についての記述はわずかであるが、1972年発行の「建築防災と都市防災」（文9, pp. 125-128）では、避難と安全について一節をあて、避難動線の形状と安全性の関係について具体的に言及している。また同年に発行された「建築防火」（文10）では、避難計画を一つの章に独立させ、避難群集流動と煙の流動の関係から、避難者の安全性を定量的に論じている。

1975年には、それまでの研究成果を実務の用に供する目的で「建築防災指針」（文11）が発行され、その後1978年（文12），1985年（文13）の二度にわたり改訂され、現在に至っている。特に1985年版は、防災計画指針と防災計画実例図集の二分冊になり、より実務に貢献するものとなっている。また、1978年発行の「建築の防災設計」（文14）は、防災を建築計画の立場でとらえた点で、それまでにない画期的なものであった。1981年には、日本建築学会建築計画委員会から「安全計画の視点」（文15）が発行され、建築計画における安全計画の位置付けが明確にされた。1982年発行の新建築学大系11「環境心理」（文16, pp. 153-234）では、避難時の人間の行動や心理についての研究成果がまとめられ、1983年発行の新建築学大系12「建築安全論」（文17, p. 219-272）では、それまでの避難研究の成果がまとめられるなど、ようやく避難計画が建築計画の重要な項目として確立した。

また、1982年度から5カ年計画で、建設省と大学・民間の総力を結集して進められた総合技術開発プロジェクトの成果は、1989年に「建築物の防火設計の開発」（文18）として全4巻にまとめられ、特に第3巻「避難安全設計法」には、避難に関する現時点での最新の研究成果が盛り込まれている。

しかし、避難は人間の心理がからむ複雑な問題であり、いまだ不明な点が多い。今後は心理学、火災学をはじめとする学際的な取り組みを一層進め、より安全な避難計画を研究していくかねばならない。

(2) 日本建築学会の論文総目録にみる避難の分類の変遷

日本建築学会では1956～1965年（文19），1966～1975年（文20），1976～1985年（文21）の10年ごとに論文総目録を作成し，いずれも国際十進分類法（UDC）に基づいて目次項目を分類している。目次の項目は時代を下すごとに細分化し，また分類方法も大きく変化している。ここでは，避難に関する項目の分類の変遷を見る。

a. 1956～1965年の総目録の分類

この頃は，建物の火災に対する安全性といえば耐火・不燃化という意識が残っており，避難の重要性が十分には認識されていなかった。総目録では，「避難」という項目が，すでに独立して設けられているが，「日照」や「室内気候」などとともに「629 環境衛生」という上位分類でくくられており，建築計画とは別の扱いとなっている。また，避難を扱った論文が非常に少なく，戸川喜久二の他には，岡田光正，亀井幸次郎らの論文が散見される程度である。

b. 1966～1975年の総目録の分類

この時代になると，火災時の避難の問題を，人間の行動特性や心理面，生理面からも研究されるようになり，避難の項目が一つにくれなくなる。総目録において，「避難」というキーワードを含む分類項目は「避難計画」，「避難時間」，「地下街避難計画・地下街防災」，「避難行動」の四つがある。またこれ以外の関連項目として「災害とその防止・防災」，「各種建物の防災計画」などがあるが，これらはすべて「614 環境工学・災害」という大分類に属している。

c. 1976～1985年の総目録の分類

1976～1985年の総目録の巻頭にある「各部門の分類方法について」の「4. 建築計画」の項では，「建築計画は……目的・対象・方法も様々でテーマが二つ以上あるものも少なくなく，……一つの明快な分類軸をつくるのは困難である」と書かれている。このように，建築計画の論文内容がますます多様化し，一つのキーワードでくくることが非常に困難になってくる。そのため，複数のUDC分類にまたがる分類項目が多く見られる。また，UDCに基づく総目録の目次の大分類とは別に，総目録の内容構成が大会学術講演にならった10部門と，その他一般事項の計11部門に変更されたのが特徴である。

UDCに基づく目次における「避難」の項目は、「614.84 火災」に属する「614.88 災害活動・避難」として分類され、ようやく「環境工学」から独立した。また、この項目は大会学術講演にならった分類では「4 建築計画」に属し、対応する項目として「4・5・10 災害避難」があげられている。ここにきて「避難」が建築計画の一重要部門として認知されたことが、総目録からもうかがえる。

1.3 建築の防火・避難関連法規

(1) 防火・避難関連法規の体系

現行の建築の防火・避難関連法規体系は、大きく分けると建築基準法関連（建築基準法、同施行令、同施行規則、建設省告示、建設省住宅局建築指導課長通達等）と、消防法関連（消防法、同施行令、施行規則、自治省令、消防庁告示、消防庁通達、例規等）の二本立てになっている。なお、これ以外にも東京都建築安全条例、大阪府建築基準法施行条例等、地方公共団体の条例があるが、ここでは省略する。

(2) 建築基準法関連の防火・避難規定

建築基準法は、「建築物の敷地、構造、設備及び用途に関する最低の基準を定めて、国民の生命、健康及び財産の保護を図り、もって公共の福祉の増進に資することを目的とする」（同法第一条）もので、全7章、建築基準法施行令は全16章で構成されている。この目的を達成するため、建築基準法には、敷地、道路、用途地域、容積率・建蔽率、日影、環境、設備、防火・避難、構造等に関してさまざまな規定が設けられているが、なかでも、防火・避難に関する規定が非常に多いのが特徴である。

以下に、建築基準法関連の防火・避難規定を列挙する。ただし、建築基準法施行規則、建設省告示・通達等は、一部を除き省略する。

a. 防火規定

①用語の定義等

建築物（建築基準法第二条一号）

特殊建築物（同法第二条二号）

建築設備（同法第二条三号）

居室（同法第二条四号）

主要構造部（同法第二条五号）

延焼のおそれのある部分（同法第二条六）

不燃材料（同法第二条九号，令百八条の二）

準不燃材料（同施行令第一条五号）

難燃材料（同施行令第一条六号）

耐火構造（同法第二条七号，同施行令第百七条）

防火構造（同法第二条八号，同施行令第百八条）

防火戸，その他の防火設備（同施行令第百九条）

防火戸の構造（同施行令第百十条）

耐火建築物（同法第二条九号の二）

簡易耐火建築物（同法第二条九号の三）

簡易耐火建築物の屋根等の構造（同施行令第百九条の二）

大規模の建築物の主要構造部（同法第二十一条）

大規模の木造建築物の外壁等（同法第二十五条）

②木造の大規模建築物の構造

大規模の建築物の主要構造部（同法第二十一条）

大規模の木造建築物の外壁等（同法第二十五条）

③特殊建築物等の構造

耐火建築物又は簡易耐火建築物としなければならない特殊建築物（同法第二十七条，同法別表第一，同施行令第百十五条の二）

危険物の数量（同施行令第百十六条）

無窓の居室等の主要構造部（同法第三十五条の三）

窓その他の開口部を有しない居室等（同施行令第百十一条）

④防火壁・防火区画等

防火壁（同法第二十六条）

防火区画（同施行令第百十二条）

木造等の建築物の防火壁（同施行令第百十三条）

建築物の界壁，間仕切壁及び隔壁（同施行令第百十四条）

⑤内装制限

特殊建築物の内装（同法第三十五条の二）

内装制限を受ける窓その他の開口部を有しない居室（同施行令第百二十八条の三の二）

内装制限を受けない特殊建築物等（同施行令第百二十八条の四）

特殊建築物等の内装の技術的基準（同施行令第百二十九条）

⑥屋根不燃化地域

屋根の不燃化（同法第二十二条）

外壁の延焼防止（同法第二十三条）

木造の特殊建築物の外壁等（同法第二十四条）

b. 避難規定

①総則

特殊建築物等の避難及び消火に関する技術的基準（同法第三十五条）

窓その他の開口部を有しない居室等（同施行令第百十六条の二）

②階段（同施行令第二十三条～二十七条）

③廊下、避難階段及び出入口

適用の範囲（同施行令第百十七条）

客席からの出入口の戸（同施行令第百十八条）

廊下の幅（同施行令第百十九条）

直通階段の設置（同施行令第百二十条）

二以上の直通階段を設ける場合（同施行令第百二十一一条）

物品販売業を営む店舗における避難階段等の幅（同施行令第百二十四条）

屋外への出口（同施行令第百二十五条）

屋上広場等（同施行令第百二十六条）

屋外階段の構造（同施行令第百二十一条の二）

避難階段の設置（同施行令第百二十二条）

避難階段及び特別避難階段の構造（同施行令第百二十三条）

共同住宅の住戸の面積の算定等（同施行令第百二十三条の二）

④排煙設備

排煙設備の設置（同施行令第百二十六条の二）

排煙設備の構造（同施行令第百二十六条の三）

⑤非常用照明装置

非常用の照明装置の設置（同施行令第百二十六条の四）

非常用の照明装置の構造（同施行令第百二十六条の五）

⑥非常用の進入口

非常用の進入口の設置（同施行令第百二十六条の六）

非常用の進入口の構造（同施行令第百二十六条の七）

⑦敷地内の避難上及び消火上必要な通路等

適用の範囲（同施行令第百二十七条）

敷地内の通路（同施行令第百二十八条）

大規模な木造等の建築物の敷地内における通路（同施行令第百二十八条の二）

⑧地下街（同施行令第百二十八条の三）

c. 建築設備

①非常用の昇降機

昇降機（同法第三十四条2）

非常用の昇降機の設置を要しない建築物（同施行令第百二十九条の十三の二）

非常用の昇降機の設置及び構造（同施行令第百二十九条の十三の三）

避難施設等の範囲（同施行令第十三条の三）

d. その他

①防火地域、準防火地域（同法第六十一条～六十七条の二、同施行令第百九条）

②既存建築物の取扱い（同法第八十六条の二、同施行令第百三十七条の二、同条の三、同条三の三、同条の七、同条の八）

③防災

建築物防災対策要綱（昭54.3.27住指発58）

特定の既存建築物の防災対策に係る技術的基準（昭54.3.27 住指発58、昭54.3.30 住指発61）

防災計画（昭56 住指発190、昭57 住防発16）

(3) 消防法関連の防火・避難規定

消防法は、「火災を予防し、警戒し及び鎮圧し、国民の生命、身体及び財産を火災から保護するとともに、火災又は地震等の災害による被害を軽減し、もって安寧秩序を保持し、社会公共の福祉の増進に資すること」（同法第一条）を目的とするもので全12章、消防法施行令は全7章で構成されている。その目的からわかるように、消防法関連の規定には、防火・避難に関する規定が非常に多い。ここでは、消防法関連の防火・避難関連法規を列挙する。ただし、消防法施行規則、消防庁告示・通達等は省略する。

a. 消防の設備

消防用設備等の設置、維持（消防法第十七条）

防火対象物の指定（同施行令第六条）

消防用設備等の種類（同施行令第七条）

防火対象物の区分（同施行令別表第一）

b. 設置及び維持の技術上の基準

① 通則

防火区画した場合の取扱い（同施行令第八条）

複合用途対象物の取扱い（同施行令第九条）

地下街に接続する特定用途防火対象物の地階部分の扱い（同施行令第九条の二）

② 消火設備に関する基準

消火器具に関する基準（同施行令第十条）

屋内消火栓設備に関する基準（同施行令第十二条）

スプリンクラー設備に関する基準（同施行令第十三条）

水噴霧消火設備等を設置すべき防火対象物（同施行令第十四条）

水噴霧消火設備に関する基準（同施行令第十五条）

泡消火設備に関する基準（同施行令第十六条）

二酸化炭素消火設備に関する基準（同施行令第十七条）

ハロゲン化物消火設備に関する基準（同施行令第十八条）

粉末消火設備に関する基準（同施行令第十九条）

屋外消火栓設備に関する基準（同施行令第十九条）

動力消防ポンプ設備に関する基準（同施行令第二十条）

③警報設備に関する基準

自動火災報知設備に関する基準（同施行令第二十一条）

ガス漏れ火災警報設備に関する基準（同施行令第二十一条の二）

漏電火災警報器に関する基準（同施行令第二十二条）

非常警報器具又は非常警報設備に関する基準（同施行令第二十四条）

④避難設備に関する基準

避難器具に関する基準（同施行令第二十五条）

誘導灯及び誘導標識に関する基準（同施行令第二十六条）

⑤消防用水に関する基準（同施行令第二十七条）

⑥消火活動上必要な施設に関する基準

排煙設備に関する基準（同施行令第二十八条）

連結散水設備に関する基準（同施行令第二十八条の二）

連結送水管に関する基準（同施行令第二十九条）

非常コンセント設備に関する基準（同施行令第二十九条の二）

無線通信補助設備に関する基準（同施行令第二十九条の三）

⑦雑則

消防用設備等の規格（同施行令第三十条）

基準の特例（同施行令第三十一条、三十二条）

自治省令への委任（同施行令第三十三条）

c. 既存防火対象物の取扱い

消防用設備等についての従前の規定の適用（消防法第十七条の二、三）

適用が除外されない消防用設備等（同施行令第三十四条）

増築及び改築の範囲（同施行令第三十四条の二）

大規模の修繕及び模様替えの範囲（同施行令第三十四条の三）

適用が除外されない防火対象物の範囲（同施行令第三十四条の四）

1.4 建築基準法の防火・避難規定の変遷

建築基準法および同施行令は、1950（昭和25）年に制定されて以来、軽微なものを含めて数十回もの改正が行われ、その結果、建築基準法の条文数は公布当時の102から135、同施行令の条文数は149から248に増加している（1990年現在）。改正箇所は建築基準法、同施行令ともほぼ全般にわたっているが、特に同施行令の第4章（耐火構造、防火構造、防火区画等）、第5章（避難施設等）の防火・避難関連規定の改正が目立つ。

建築基準法の防火・避難関連規定の主な改正は、1959（昭和34）年、1961（昭和36）年、1964（昭和39）年、1969（昭和44）年、1970（昭和45）年、1973（昭和48）年、1976（昭和51）年の7回にわたりて行われている。

（1）制定当時の防火・避難規定

建築基準法ならびに同施行令は、昭和25年法律第201号、同年政令第338号により制定された。制定当時は建築物の大半が木造であり、また戦後で建築材料の事情が悪化したためにバラック建築が多かったうえに、消防力が現在ほど整備されていなかったため、市街地大火が頻発していた。そのため、制定当時の防火規定は木造建築物の延焼防止対策が特に重視され、大規模木造建築物に対する単体規定（建築基準法第二十一条、二十五～二十七条、同施行令第百十四条、百二十九条）と、防火地域制による集団規定（同法二十二条、二十三条、六十一条、六十二条）の二本立てとなっていた。

一方、非木造建築に対しては、東京の建築行政を所轄していた警視庁が1932（昭和7）年の白木屋デパート火災の直後に、警察命令による百貨店取締規則を制定し、初めて防火区画や避難階段などの規定を設けるなど、百貨店における避難対策の重要性は当時すでに認識されていた。しかし、平時のビル火災のほとんどがボヤで終わっていたことや、関東大震災の経験から、この火災は防火区画がなく、かつ多量の可燃物をかかえた百貨店の特殊性によるものとされ、耐火建築への信頼はゆるがなかった。そのため、制定当時の防火・避難規定は、わずかに次のようなものしかなかった。

①特殊建築物の耐火構造

②面積区画、異種用途区画

- ③防火戸
- ④階段までの歩行距離
- ⑤直通階段の設置およびその構造
- ⑥避難階段の設置およびその構造

なお、これらの内容は後に内務省令の特殊建築物規則に取り入れられ、さらに建築基準法に引き継がれた³⁾。

（2）建築基準法の防火・避難規定の改正経緯

a. 1959（昭和34）年の改正

昭和34年法律第156号、同年政令第344号により、建築基準法と同施行令が改正された。制定後初めての大規模な改正である。

市街地大火を防止するため、とりあえず中間目標として、比較的安価で耐火構造と木造の中間の防火性能（延焼防止）を持つ簡易耐火建築物を設定した。また、それに伴い特殊建築物がその特性に応じて分類・整理された。

一方、1954年にO S 映画館（死者6名）、1956年に建国館（死者5名）、1958年に東京宝塚劇場（死者3名）、1959年に銀映座（死者12名）などの劇場火災が続発したが、これらの火事が可燃性の内装材が使用されたのに起因していたため、避難者の避難障害を除く目的で、内装制限が導入された。

主な改正内容は、以下のとおりである。

- ①耐火建築物・簡易耐火建築物の新設
- ②別表第一の創設
- ③配管等の区画貫通部の埋め戻し措置
- ④防火ダンパーの設置
- ⑤内装制限の新設
- ⑥避難規定の適用範囲の拡大（無窓居室、3階以上の階、メゾネット型住戸の歩行距離）
- ⑦地下街の避難施設（歩行距離、非常用の照明設備、排煙設備）の設置

b. 1961（昭和36）年の改正

昭和36年法律第115号、同年政令第396号により、建築基準法と同施行令が改正された。キャバレー・バーなどの火災が頻発したため、これらについて構造

制限や内装制限が強化された。

主な改正内容は、以下のとおりである。

①法別表第一の特殊建築物の範囲の拡大（キャバレー、バー等の追加）

②自動消火設備による内装制限の緩和

c. 1963（昭和38）年の改正

昭和38年法律第151号、昭和39年政令第4号により、建築基準法と同施行令が改正された。31mの高さ制限の適用除外規定が整備され、高層建築物の建設が本格化したため、高層区画、特別避難階段等が追加された。

主な改正内容は、以下のとおりである。

①耐火構造が性能規定（耐火時間）に変更

②高さ制限の廃止による高層階の規定（防火区画、内装制限、特別避難階段、歩行距離）の新設

③内装制限の適用範囲の拡大（避難階段、特別避難階段）

④内装の不燃化による歩行距離の緩和

⑤特別避難階段の附室の排煙設備

d. 1969（昭和44）年の改正

昭和44年政令第8号により、建築基準法施行令が改正された。耐火建築物の火災で酸欠やガス中毒による人的被害が増加したため、堅穴区画の新設や、避難経路の内装制限の強化、重複距離の創設などが行われた。

主な改正内容は、以下のとおりである。

①堅穴区画の新設

②スプリンクラー設備による除外面積の縮小

③防火戸の基準強化（閉鎖機構）

④区画貫通部の配管等の不燃化

⑤地下街の各構えの区画

⑥内装制限の適用範囲の拡大（地下街、法別表第一（二）項）

⑦内装制限の強化（難燃材料の使用制限）

⑧排煙設備による内装制限の緩和

⑨避難階段の適用範囲の拡大（地下2階に避難階段、地下3階に特別避難階段の設置義務付け）

⑩重複距離の創設

e. 1970（昭和45）年の改正

昭和45年法律第109号、同年政令第333号により、建築基準法と同施行令が改正された。制定から現在に至るまで最も大幅な改正である。

1966（昭和41）年の金井ビル火災（死者12名）、菊富士ホテル火災（死者30名）、1968（昭和43）年の兵庫県有馬温泉の池之坊満月城（死者30名）、1969（昭和44）年の福島県郡山市の磐光ホテル（死者30名）などの教訓から、避難施設に関する規定が強化された。また、排煙設備の技術基準を明確にするとともに、それまでは地下街にしか適用されなかった排煙設備の適用範囲を大幅に拡大した。その他、非常用の進入口、非常用エレベータなどの避難施設、消火・救助活動用施設に関する規定が整備され、現在の防火規定の骨格がほぼ固められた。

主な改正内容は、以下のとおりである。

- ①法別表第一の特殊建築物の範囲の拡大（「類する用途」の追加）
- ②内装制限の適用範囲の拡大（「内装の制限を受ける調理室等」）
- ③屋外への出口等の施錠装置の構造等
- ④排煙設備の設置とその構造規定の新設
- ⑤非常用照明の設置とその構造規定の新設
- ⑥非常用進入口の設置とその構造規定の新設
- ⑦非常用エレベータの設置とその構造規定の新設
- ⑧無窓の居室の定義の整備

f. 1973（昭和48）年の改正

昭和48年政令第242号により、建築基準法施行令が改正された。前回の改正後も、1972（昭和47）年に千日デパート火災（死者118名）、1973（昭和48年）に大洋デパート火災（死者103名）と、死者100名を越す、わが国での火災史上最大の惨事となった火災が相次いだため、煙対策を重点に防火区画の遮煙性や内装制限等が強化された。

主な改正内容は、以下のとおりである。

- ①防火戸の基準強化（遮煙性能）
- ②防火ダンパーの構造

- ③内装制限の強化（難燃材料の使用不可の範囲の拡大）
- ④二以上の直通階段の適用範囲の拡大（児童福祉施設等）

g. 1976（昭和51）年の改正

昭和51年法律第83号、昭和52年政令第265号により、建築基準法と同施行令が改正された。千日デパート火災（1972年）、西武高槻ショッピングセンター火災（1973年）、大洋デパート火災（1973年）など、建築物を使用しながらの工事中の火災が続発したため、工事中の建築物に関する規定が整備・強化された。

主な改正内容は、以下のとおりである。

- ①法別表第一の特殊建築物の範囲の拡大（「診療所」の追加）
- ②検査済証の交付を受けるまでの建築物の使用制限
- ③工事中の特殊建築物等に対する措置
- ④工事中における安全上の措置等に関する計画の提出

1.5 消防法の防火・避難規定の変遷

1945（昭和20）年8月に第二次世界大戦が終わり、戦後の国内諸制度の改革が始まった。中でも、警察制度の民主化・地方分権化は特に重要視され、それまで内務省の管轄下に都道府県警察部（東京都は警視庁）が把握していた消防事務も、警察制度改革の一環としてアメリカ調査団により研究されていた。警察制度審議会は、1946（昭和21）年に「消防機能の強化拡充を図るため消防と警察は分離し、市町村に担当させること」、「建築許可への消防の関与」等の内容の答申を出した。なお内務省は、1947年12月31日に廃止された。

（1）制定当時の消防法

警察制度審議会の答申を受けて、1947（昭和22）年12月23日に消防組織法が法律第226号として公布され、1948（昭和23）年3月6日に公布された政令第52号により3月7日施行された。また、消防法は1948年7月24日に制定され、8月1日に施行された。

消防法は、火災予防に必要な措置権、火災予防に必要な資料の提出を求める権利、火災予防に関する検査、立入り権のほかに、建築同意、消火・延焼防止・人命救助上必要があるときの各種権利の使用、制限、原因調査権が与えられ

るなどの点で画期的なものといわれた。なお、建築許可等の消防同意は1950年の建築基準法の制定の際に、同法附則第11項の規定により改正され、同時に消防法第七条と同趣旨の規定が、建築基準法第九十三条第1項および第2項として設けられた。制定当時の消防法は9章からなり、次のような構成であった。

第一章：火災の予防、鎮圧、警防、災害救助に関する規定

第二章：火災の予防に必要な事項の規定

第三章：危険物に関し、その貯蔵数量、貯蔵場所、設備、取扱者の資格などについての規定

第四章：消火設備に関する規定

第五章：火災の警戒

第六章：消火の実際活動に関する事項

第七章：火災の調査

第八章：雑則

第九章：罰則

（2）消防法の防火・避難規定の改正経緯

a. 1960（昭和35）年の改正

昭和35年法律第117号により、消防法が改正された。1955（昭和30）年頃までは、耐火建築物の火災は年間500件程度であり、当時の消防は戦災を免れた木造市街地の火災対策に重点が置かれていたが、昭和30年代にはいると、共立講堂（1956年）、明治座（1957年）、東京宝塚劇場（1958年）と火災が続き、火災の傾向が市街地大火からビル火災に移行したことが改正の背景となっている。

主な改正内容は、以下のとおりである。

①防火管理者制度の整備

②火災危険の著しい物品の規制の徹底

③消防用設備の規制の徹底

なおこの年には、自治庁設置法が一部改正されて自治省が設置され、国家消防本部はその外局となり、消防庁と改称されている。

b. 1963（昭和38）年の改正

昭和38年法律第88号により、消防法が改正された。主な改正内容は、以下の

とおりである。

- ①映画の上映に関する規制の合理化
- ②消防用機械器具等の義務検定制度の確立と日本消防検定協会の設立
- ③火災の調査体制の整備
- ④救急業務の法制化

c. 1968（昭和43）年の改正

昭和43年法律第95号により、消防法が改正された。

高層建築物、地下街等における防火管理の徹底を期するほか、ガス・危険物の漏洩・流出により火災の発生が切迫している場合における警戒措置を定める等、年々増加しつつある特殊火災に対処する防災体制の整備その他を目的とした改正である。

昭和40年代には菊富士ホテル（1966年）、池之坊満月城（1968年）、磐光ホテル（1969年）と、温泉旅館の大火が続いた。こうした状況を背景に1968（昭和43）年6月、消防法第八条の三で防炎対象品とその防炎性能が定められた。翌1969（昭和44）年3月にも施行令が一部改正され、1971（昭和46）年4月1日から施行された。自動火災報知設備の設置義務対象を、新築・増築中のものにまで広げたのは特筆すべきである。また1969年の磐光ホテル火災は、ショーの松明の火が舞台の緞帳類に着火し、30人が死亡する惨事となつたが、これを契機に防炎規制が全国的に急速に行われるようになった。

この頃は、いわゆる雑居ビルの火災が相次いだため、1968（昭和43）年6月に消防法第八条の二が追加され、共同防火管理制度が創設された。この制度は、管理の権原が分かれている防火対象物等の消防計画等を作成し、所轄の消防長または消防署長に届けるというものであったが、当局による本格的な指導はなく、連絡通報体制さえ確立されていなかった。

主な改正内容は、以下のとおりである。

- ①予防査察体制の強化
- ②高層建築物、地下街等の防火管理体制の強化
- ③防炎性能の義務付け
- ④火災警戒区域に関する規定の新設

d. 1974（昭和49）年の改正

こうした状況の中で1972（昭和47）年、巨大雑居ビルである千日デパートにおいて火災が発生し、死者118名を出すという日本のビル火災史上最大の惨事となった。この火災を契機に、既存の消防法不適合の防火対象物に対する消防用設備等の遡及適用が検討されたが、ビル業界や百貨店協会等の関係業界の強い反発があってなかなか実現しなかった。しかし、翌1973（昭和48）年にも大洋デパートで死者103名を出す火災が発生したため、ようやく1974（昭和49）年、百貨店、地下街、旅館、病院等の多数の者が出入りする既存の防火対象物にも段階的に遡及して自動火災報知設備、スプリンクラー等の消防用設備等を設置することが義務付けられた。

また、千日デパート火災、大洋デパート火災、および西武高槻ショッピングセンター火災（1978年）が、いずれも建築物を使用しながらの工事中の火災であったため、消防用設備等の維持管理および防火管理体制の強化がはかられた。

主な改正内容は、以下のとおりである。

- ①防火管理にかかる措置命令権を消防長または消防署長に与える
- ②消防用設備等に関し、地下街における設置規制を強化
- ③特定防火対象物における遡及適用の拡大
- ④届出検査、点検報告、再講習の義務付けの措置（消防設備士の講習制度の新設）

e. 1981（昭和56）年の改正

1980（昭和55）年8月に静岡駅前地下街でガス爆発事故が発生し、死者15名を出したのを契機に、1981（昭和56）年7月から、まず地下街・準地下街にガス漏れ火災警報設備の設置が義務付けられ、以後1984（昭和59）年に劇場、キャバレー、百貨店、旅館、病院等にも遡及適用された。

主な改正内容は、以下のとおりである。

- ①準地下街における規制追加
- ②地下街に対するガス漏れ火災警報設備の設置の義務付け

また、同年5月15日から防火基準適合表示要綱が適用され、旅館・ホテルを対象に、防火対象物にかかる表示制度（いわゆる「適マーク」制度）が一斉に実施されることになり、1983年3月31日には防火基準適合表示対象が劇場、百貨店等に拡大された。しかし、1990（平成2）年3月の長崎屋尼崎店火災では、「適

マーク」の交付を受けていたにもかかわらず、死者15名を出したため、交付基準が見直されることになった。

1.6 現行の防火・避難規定の問題点とその将来

(1) 現行の防火・避難規定の問題点

建築基準法、消防法とその関連規定が改正された結果、建物の防火性能や避難安全性は確実に向上してきたといえよう。

図1-1は、第二次世界大戦後の日本の火災損害の変化をみたもので、出火件数と火災による死者数は1970年頃までは増加を続け、それ以後はほぼ一定の水準で推移しているのがわかる。このように、建物のストックが毎年着実に増加しているにもかかわらず出火件数や死者数が頭打ちなのは、基準法が改正されるたびに遡及適用を受けない建物が生じるもの、全体としては少しづつ火災に対する安全性が向上しているからと解釈できる。

また図1-2は、日本において500棟以上を焼失した市街地火災と、5人以上の死者を出したビル火災の発生件数の変化をみたものである。1960年代初期を境に市街地大火が激減し、かわってビル火災が増加したが、千日デパート火災や大洋デパート火災以降、ビル火災が散発的にしか発生しなくなっている。

以上の統計は、建築基準法の改正の効果の一端を示しており、建築基準法の目的は、ある程度達成されたことを裏付けているといえよう。

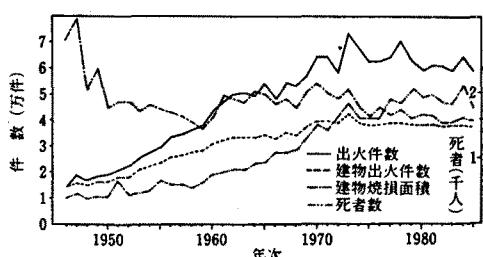


図1-1 第二次世界大戦後の日本の火災損害の変化

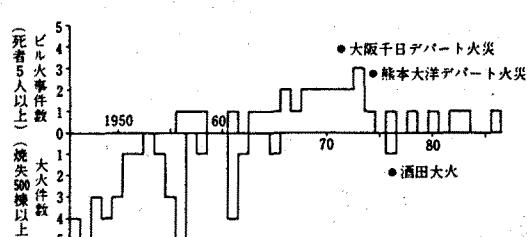


図1-2 大火とビルの火事の発生件数の変化

* 上の図は、長谷見雄二：「火事場のサイエンス」(文38)の図1・6 (p.32)と図1・7 (p.33)より転載。

しかし、法改正だけでは解決できない以下のような問題点も指摘されている。

①建築基準法と消防法の二本立てによる問題

消防法は、建築基準法に先立ち1948（昭和23）年に制定されたが、制定にあたっては建築基準法の草案との競合・矛盾を極力なくすよう協議されたという⁴⁾。しかしその後、両法は互いに十分な調整がなされないまま、独自に改正が重ねられた。その結果、たとえば消防法にすでにあった排煙規定（消防法施行令第二十八条、同施行規則第二十九、三十条）が、建築基準法でも1970（昭和45）年に設けられたが（建築基準法施行令第百二十六条の二、同三），いずれかが廃止されることなく、その後も両法に排煙規定が並存している。また、非常用エレベーターも両法に規定されているが、いずれも内容に微妙な差異がある。このように、規定が重複したり相互の規制内容が矛盾する、いわゆる二重規定は、設計者を混乱させるもととなっている。

このほかに、建築確認申請においては、特定行政庁または建築主事が消防長等に対して同意を求めるようになっているが、これは本来、申請者とは直接関係のない行為である。しかし実態は、あたかも申請者が消防長の確認（場合によっては許可）を受けるような運用が行われており、本来は建築主事と消防長間という行政庁間の行為である同意の形式が無視され、その本質的な意味が失われていくおそれも指摘される。なお、建築基準法は建設省、消防法は自治省の管轄であることが、これらの問題を大きくする一因となっており、縦割り行政の弊害の典型的な例としてあげられよう。

②たび重なる改正による問題

建築基準法について見れば、個々の規定は合理的かつ有効であっても、規定の改正は問題が生じるたびに行われ、一貫性に欠けていたことは否定できない。その結果、法体系は複雑を極め、規定相互の整合性がとれなくなったり、法体系全体のバランスを欠くようになった。また、比較的短期間に改正が繰り返されたため、最新の規定に照らしてさまざまのレベルで適合しない建築が混在し、これが設計者や建物の管理者・使用者に混乱を与えている。

③運用上の問題

建築基準法は、建物を増改築しない限り遡及適用しないのが原則であるが、消防法は1974年に消防設備の設置を遡及適用するよう改正されたのに代表さ

れるように、両法の運営が異なることに起因する問題点は、しばしば指摘されている。また、「防災はすべての基礎である」とする消防行政側の防災觀と、防災は建築の美觀、快適性、便利性と同じ並列的な一要素にすぎないとする建築側の防災觀の相違、法的根拠が曖昧な通達や行政指導、非公開の「検査要領」の存在、確認申請時と竣工検査時の指導内容の食い違い等が、建築関係者との意見対立の原因となっているようである⁵⁾。

④仕様規定に起因する問題

一般に、技術基準の定め方は性能規定と仕様規定に大別される⁶⁾。性能規定は、達成すべき目的を測定可能な言葉で記述したもので、その達成や具体化の方法は問わないため、技術の進歩や多様化に対応しやすいが、試験方法や判定方法をどうするかが問題点としてつきまとうといわれる。一方、仕様規定は、達成すべき目標を寸法・形状・材料の種類・建設方法等の形で具体的に定めるもので、客観的判断が容易であるが、ほとんど問題にならないようなわずかの差でも、基準に抵触することが問題になるので、運用の柔軟性、設計の自由度に欠け、新しい技術の開発が妨げられるといわれる。

建築基準法の防火・避難規定のほとんどは仕様規定であり、その目的や要求性能が明らかでないため、規定の改正を重ねるうちに、当初の目的と違った方向に進むおそれがある。また仕様規定をいくら強化しても、建築のトータルな安全性、防火・避難施設の適切な維持管理、建物使用者の防火・避難に関する意識や理解まではカバーしきれないにもかかわらず、実態としては改正のたびに規定が強化され続けている。

⑤設計者や施主の意識の問題

防火・避難規定の多くは、建物の種類や規模・階数などに応じて、その適用範囲や緩和条件が定められているが、最近の火災による被害は適用範囲外の建物に、いわば法の盲点を突く形で発生する傾向が見られる。しかし、設計者や施主には、「建築基準法は最低の基準を定めたものである」（建築基準法第一条）という認識に乏しく、防火・避難条項の適用基準ぎりぎりの設計を行って、安全性の理念の追求や安全設計の工夫を怠る傾向がある。また、特定行政庁などで、建物の個別の条件に応じて新たな対策の付加が求められることがあるが、法の基本精神を理解して指導に従うかどうかは、設計者や

施主の自主性と良識に期待するほかない。

⑥法自体の問題

建築基準法には、法律に要求される体系的・合理的・不变的・普遍的・統一的という条件を十分満足していないといわれる⁷⁾。しかも条文の解釈が難解あるいは曖昧で、法規としての不備を一層強めており、自治体によって解釈が異なる一因にもなっている。また、非常に詳細な基準が決められているが、基準が詳細になるほど劣悪な設計を排除できる反面、設計上の創意工夫が妨げられ、建築家が建築を創造性豊かに実現する可能性を阻害している。

(2) 防火・避難規定の将来

建築基準法関連の規定が予想しない特殊な建築材料または構造方法を用いる建築物を実現する手段として、従来から建築基準法第三十八条に基づく建設大臣の認定（いわゆる法三十八条認定）がある。この手続きが、新しい材料や構法の安全性を担保しながら、建築設計の自由度を拡大していくものとして機能してきた点は高く評価されるべきであろう。

防災については、1981年に高さ31mを超える建築物やその他必要と認められる大規模建築物等の建築確認の際に、防災計画書を提出するよう義務付けられ、さらに1982年からは5階以上の階の床面積が2,000m²をこえるもの等が対象として追加された⁸⁾。この内容を評価し、問題点の指摘や改善の相談を行うのが日本建築センターに設けられている建築防災計画評定委員会である。しかし、防災計画評定は法三十八条認定と違って、あくまでも現行法規の枠内での防災計画のあり方を対象としているため、現行法の枠内では、たとえば1層の床面積が10,000m²をこえる百貨店は、売場内が防火シャッターだらけになってしまう。

また近年、建築物の機能や空間構成がますます複雑になり、防火・避難については、法三十八条認定でも十分に対応できないケースが生じるようになった。そこで、より合理的かつ総合的な安全設計や安全性評価手法の必要性が叫ばれるようになったのを受けて、昭和57年度から5年計画で、建設省が総合技術開発プロジェクト「建築物の防火設計法の開発」をスタートさせ、1989年にその成果が「建築物の総合防火設計法」（文18）として公表された。

こうして一応、現時点でもっとも合理的かつ科学的な防火設計法が開発され

たわけであるが、今後は、これをどのように利用し、合理的な安全設計の実績を積んで、より実際的かつ円滑に運用していくかが課題となろう。さらに長期展望を示せば、「建築物の総合防火設計法」の成果を建築基準法に取り入れつつ、建築基準法を全面的に見直し、規定内容を整理・統合する必要があろう。

注

- 1) この項の記述は、主に文5 (pp. 12-34) と文16 (pp. 37-45) を参考にした。
- 2) 文1, pp. 13-14。
- 3) 文30, p. 3。
- 4) 片倉健雄は、「（消防法の）制定に際しては、建築基準法との関連が密接不可分であるがために、競合・矛盾を生じさせないためのやりとりがかなりあったようである」（文28, p. 28）としている。しかし堀内三郎は「G H Q側も建築と消防の担当者は別で、消防はエンジェルという火災保険会社の人が担当のチーフだったが、両方の見解の一致は得にくい状況だったのでしょう。日本側もG H Q側も担当が違うわけですから、調整は不十分だったと推察できます」（文26, p. 130）と述べており、結果的に十分な調整ができなかったことがうかがえる。
- 5) これについては、建築設計者側の体験が文25にまとめられている。建築からの意見は文26～28にも示されている。文30では、消防を含めたさまざまな立場から建築基準法と消防法の関係を論じていて、興味深い。最近では、建築基準法施行40周年を機に建築基準法をどう評価するかという特集が組まれ、建築各界の多様な意見が掲載されている（文31）。
- 6) これらのはかに、達成すべき最終目的を「適切な」「安全な」「支障のない」等の表現で記述する目的規定という考え方もある（文32, p. 38）。
- 7) 「建築法規の解釈はどうあるべきか 法律家の立場から」（文33）。なお、法律としてみた建築基準法については「建築基準法とその法的環境」（文32, pp. 30-33）に詳しい。
- 8) 序論の注1) (p. 11) を参照。

第2章 防火・避難規定の改正が 建築計画に及ぼす影響

2.1 建築計画に影響を及ぼす防火・避難規定

(1) 建築計画に影響を及ぼす防火・避難規定とその主要改正時期

第1章でみたように、防火・避難規定は火災を契機に新設・改正が行われてきたが、そのうちのいくつかは、何らかの形で建築計画に影響を及ぼすと考えられる。特に、建築基準法関連の防火・避難規定は、防火区画、避難階段、非常用昇降機に関するものがあるため、これらの規定の新設・改正は、建築の平面計画や形態に大きく影響することが予想される。

建築基準法関連の防火・避難規定のうち、建築計画に直接影響を及ぼすと考えられるのは、以下に示す5種類である。それらは、多いもので10回も改正されているが、そのうち建築計画に大きく影響する改正は、1959（昭和34）年、1964（昭和39）年、1969（昭和44）年、1970（昭和45）年、1973（昭和48）年の改正（アンダーラインで示す）に限られる（表2-1）。

①防火区画（建築基準法施行令第百十二条）

制定：1950年

改正：1954年、1956年、1958年、1959年、1961年、1964年、1969年、1970年、1973年、1980年

②直通階段の設置（同令第百二十条）

制定：1950年

改正：1956年、1959年、1964年、1969年、1970年

③二以上の直通階段を設ける場合（同令第百二十二条）

制定：1950年

改正：1956年、1959年、1969年、1970年、1973年

④避難階段の設置（同令第百二十二条）

制定：1950年

改正：1959年、1964年、1969年、1970年

⑤非常用の昇降機の設置および構造（建築基準法第三十四条2）

制定：1970年

改正：1973年

表2-1 建築計画に大きく影響する改正が行われた時期

建築基準法の 規定	建築計画に大きく影響する改正の年					
	1950年	1959年	1964年	1969年	1970年	1973年
防火・避難規定						
防火区画	制定	○	○	○		
直通階段の設置	制定		○			
二以上の直通階段 を設ける場合	制定	○		○		○
避難階段の設置	制定		○			
非常用の昇降機の 設置および構造					制定	

[注] ○印は大改正があったことを示す。

(2) 改正の影響が現れる建築計画上の指標

建築の防火・避難規定の改正は、建築計画に大小さまざまな影響を及ぼすが、そのうち特に改正の影響がとらえやすい建築計画上の指標としては、次のようなものが考えられる。

a. 基準階床面積

耐火建築物は、原則として10階以下の部分で1,500m²以内ごとに耐火構造、甲種防火戸で防火区画しなければならないが、スプリンクラー等の自動消火設備を設けた部分の床面積の2分の1に相当する面積を除くことができる（建築基準法施行令第百十二条）。逆に言えば、基準階床面積が、スプリンクラーを設置しない場合は1,500m²、全面的に設置した場合は3,000m²を越えると、防火区画が必要になる。防火区画は、平面計画に大きな制約を与えるため、基準階床面積の計画にあたっては、これらの基準が影響すると考えられる。

b. 階数

建築基準法の防火・避難規定は、適用対象を階数で定めたものが多い。たとえば、直通階段にいたる歩行距離制限は、建築基準法施行令第百二十条の規定により、14階以下と15階以上を境に変化する（表2-2）。また避難階段の種類と設置数の条件は、5階以上と15階以上を境にして段階的に厳しくなる（同第百二十二条）。

また同第百二十二条は、高さ31mを越える建築物に非常用エレベーターの設置を義務付けているが、非常用エレベーターは設置費用がかさむうえ、大がかりな装置になるので、この規定が階数を間接的に規定することもある。

表2-2 直通階段にいたる歩行距離制限

構造 主たる用途に供 する居室の種類	階	主要構造部が耐火構造 または不燃材料				左記以外 の場合
		14階以内の場合			15階以上の場合	
内装	居室および通路の内装を準不燃材以上とした場合	左記以外の場合	居室および通路の内装を準不燃材以上とした場合	左記以外の場合		
採光上の無窓居室 百貨店・マーケット・ 展示場・キャバレー・ 料理店・飲食店等の居 室	40m以下	30m以下	30m以下	20m以下	30m以下	
病院・診療所・ホテ ル・旅館・下宿・共 同住宅・児童福祉施 設等の居室	60m以下	50m以下	50m以下	40m以下	30m以下	
上記以外の居室	60m以下	50m以下	50m以下	40m以下	40m以下	

c. コアタイプ

コアタイプは、直通階段への歩行距離、二方向避難に関する規定に深くかか

わる。たとえば、大規模なセンターコア型は、これらの規定の改正・強化により成立しにくくなり、計画例も少なくなっている。

d. 軒高

階数と同じ理由で、建築基準法施行令第百二十二条が軒高を31m以内に規定することがある。

(3) 改正による影響の調査方法

建築基準法の防火・避難規定の改正は、すべての種類の建築物の計画に何らかの影響を及ぼすが、なかでも事務所ビルは経済性が重視され、事務室空間を最大限に確保しようと法規ぎりぎりの設計が追求されることが多いため、法規の改正に敏感であることが予想される。また、事務所ビルの作品は雑誌に発表される機会が多く、多数の実例の収集が可能である。以上の理由から、法規の改正の影響を調べるには、事務所ビルおよびそれに準じる庁舎を中心に調べることが適当と判断した。

ここでは、1960（昭和35）年から1982（昭和57）年の間に着工された事務所ビル等の実例334例を建築関係の雑誌から収集し¹⁾、各種データをデータシートに整理した。そのうち、分析に直接用いたデータは、以下のようなものである。

a. 着工時期

その建物の着工時期を年月で示した。なお、本調査の目的からいえば、確認申請を提出した時期とすべきであるが、データ入手に限界があるため、入手しやすいデータのうち、確認申請提出時にもっとも近い着工時期で代用した。

b. 規模

地上階数と基準階面積を規模の指標とした。

c. 用途

ここでいう用途は、研究上の目的に合わせて次のように分類したものを指す。

①庁舎

国や地方公共団体の行政事務を担当する官庁が使用する建物。

②自社ビル

銀行や飲食店などの一部店舗を除き、ほぼ全館を自社だけで占めるビル。

③準貸ビル

自社専用の事務室空間以外に、賃貸用事務室空間を有するビル。

④賃ビル

建物の全部または大部分を賃貸する事務所ビル。

⑤複合ビル

事務室以外に複数の機能を持つ事務所ビル。

d. コアタイプ

コアタイプの分類方法は、その目的や考え方によるいろいろあるが²⁾、ここでは、防火・避難関連規定の影響の現れやすさから、次の5タイプに分類した(図2-1)。

①センターコア型

基準階面積が大きい事務所ビルに多く見られるタイプで、広くて使いやすい事務室が確保できる。初期の超高層ビルに多く見られる。コアの平面形状が長方形の場合は、避難階段を十分離して配置できる利点がある。またコアの平面形状が正方形の場合は、四周に眺望の開けた空間が得られるが、避難階段が互いに接近しすぎる、コア内の廊下がやや複雑になるという避難上の問題点がある。

②オープンコア型

コアが平面を完全に分断し、コアの両端が外壁に達しているタイプである。外壁に接する部分に、外光や外気をとりいれる窓や避難タラップを設置できるため、避難計画上有利といわれる。

③分散コア型

複数のコアが分散しているタイプである。このタイプは、階段を平面上に分散配置することにより、多方向の避難経路が確保できるが、日常動線となるエレベータやエスカレータへの経路を避難動線と一致させることが一般に困難なため、避難動線の計画に注意を要する。平面が大きく広がる百貨店や事務所ビルに多いタイプである。コアが両端に1ヵ所づつあるものを、特にダブルコア型と呼ぶことがあり、このタイプは事務所ビルに見られる。

④偏心集中コア型

コアが平面の周辺部にあるタイプで、センターコア型にするには、事務室の奥行きが小さすぎる、比較的小規模あるいは細長い平面に用いられること

が多い。特徴としては、センターコアを半分にしたものと考えられる。

⑤複合コア型

以上の四つのタイプをのいずれかを組み合わせたタイプ。大規模な病院やホテルに多く見られる。一般に多方向の避難が確保されるが、日常動線からはずれる階段が生じやすく、階段を日常的に認識しにくいことがある。

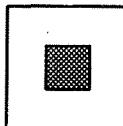
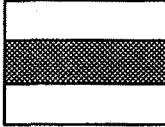
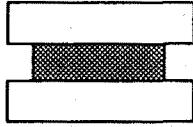
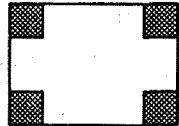
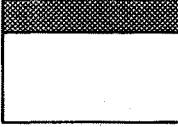
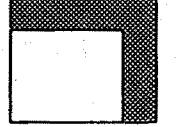
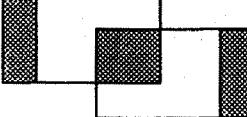
名 称	コアの特徴	平面形状（アミ掛け部分はコアを示す）
センターコア型	外壁から離れたコアが平面の中央にある	 
オープンコア型	コアが平面を完全に分断し、コアの両端が外壁に達している	 
分散コア型	複数のコアが分散している	 
偏心集中コア型	コアが平面の周辺部にある	 
複合コア型	以上のタイプを組み合わせたタイプ	

図2-1 コアタイプの分類

e. 主要図面

1階平面図、基準階平面図、断面図等の主要図面をデータシートに載せ、これらをもとにコアタイプを判定した。

2.2 建築計画に影響を及ぼす防火・避難規定の主要改正経緯

(1) 防火区画に関する規定の主要改正経緯

防火区画については、建築基準法の制定当時から同施行令第百十二条に規定されており、その後1959年、1964年、1969年の3回にわたって大改正が行われている。したがって、分析の年代区分も、この改正時期に合わせて4期に分けた。それぞれの時期の規定は、以下のようになっている（図2-2）。

a. 1950年11月～1959年12月

制定当初は、「主要構造部が耐火構造または不燃材料で造られた建築物で、延べ面積が $1,500\text{m}^2$ をこえるものは、延べ面積 $1,500\text{m}^2$ ごとに耐火構造の床もししくは壁または甲種防火戸で区画しなければならない。ただし、スプリンクラーを設備した建築物の部分である場合……においてはこの限りでない」とされていた。

b. 1959年12月～1963年12月

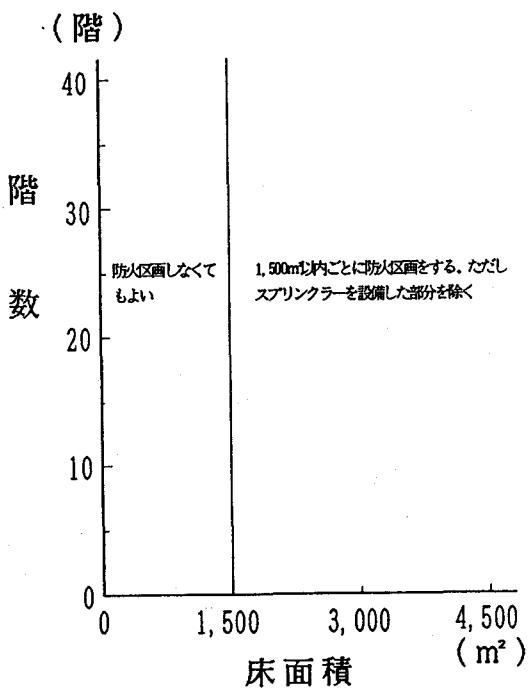
施行令第百十二条は、1959年12月に「……延べ面積（自動式スプリンクラーを設備した部分の床面積を除く。……）が $1,500\text{m}^2$ をこえるものは、床面積（自動式スプリンクラーを設備した部分の床面積を除く。……）の合計 $1,500\text{m}^2$ 以内ごとに……区画しなければならない」と改正され、スプリンクラーを自動式にするように義務付けられた。

c. 1964年1月～1969年4月

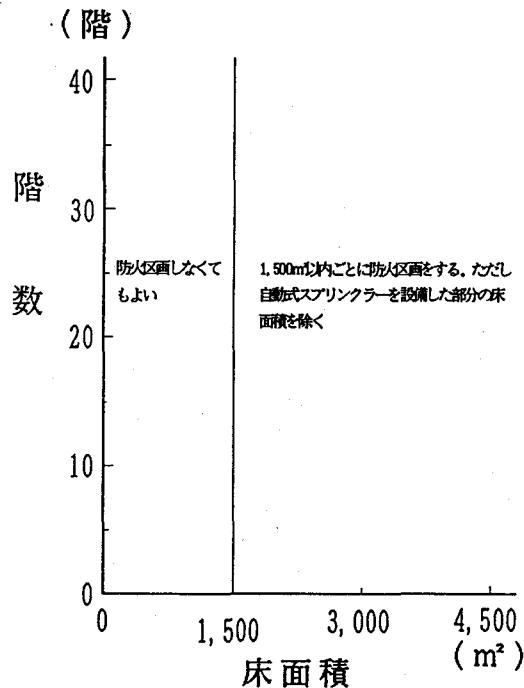
新たに「建築物の11階以上の部分で、各階の床面積の合計が 100m^2 をこえるものは、……床面積の合計 100m^2 以内ごとに……区画しなければならない。当該部分の壁および天井の室内に面する部分の仕上げを不燃材料でし、かつ、その下地を不燃材料で造ったものは、……床面積の合計 500m^2 以内ごとに区画すれば足りる」という項が新設され、初めて階数による防火区画の制限が導入された。

d. 1969年5月～現在

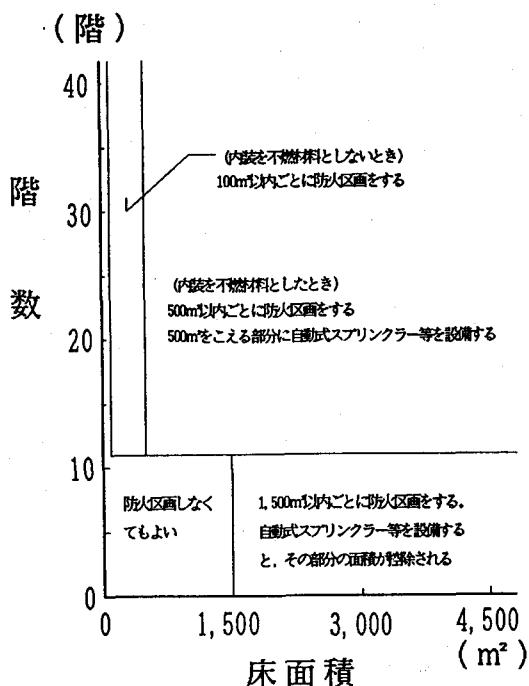
延べ面積と床面積の両方に、「スプリンクラー設備、……その他これらに類するもので自動式のものを設けた部分の床面積の2分の1に相当する床面積を除く」という但し書きが付けられ、自動式スプリンクラー等を設置することにより、最大で $3,000\text{m}^2$ までの防火区画が可能になるよう緩和された。



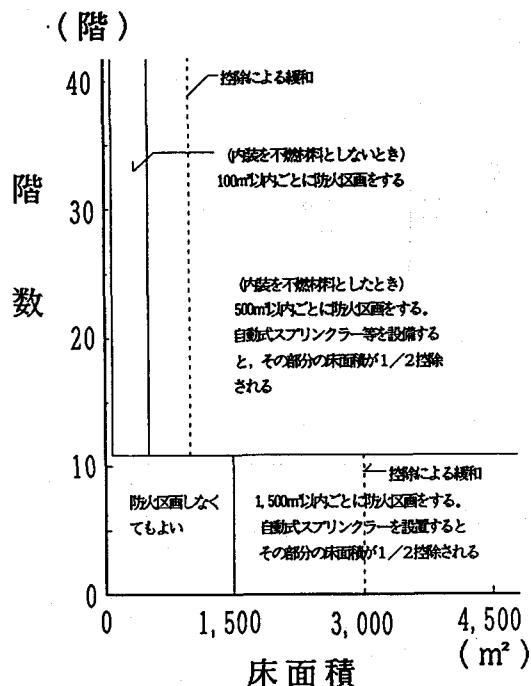
a. 1950年11月～1959年11月



b. 1959年12月～1963年12月



c. 1964年1月～1969年4月



d. 1969年5月～現在

図2-2 防火区画に関する規定の変遷

(2) 直通階段の設置に関する規定の主要改正経緯

直通階段の設置については、建築基準法の制定当時から同施行令第百二十条に規定されており、その後1963年に大改正が行われている。したがって、分析の年代区分も、この改正時期に合わせて2期に分けた。それぞれの時期の規定は、以下のようなになっている（図2-3）。

a. 1950年11月～1963年12月

制定当初の施行令第百二十条は、「建築物の避難階以外の階においては、居室の各部分から、避難階に通ずる直通階段の一に至る歩行距離は、左の表の数値以下としなければならない」と規定し、耐火構造の場合は、百貨店の売場で30m、病院の病室で50mなどとされていた。耐火構造の事務所ビルの居室では、50mとなる。

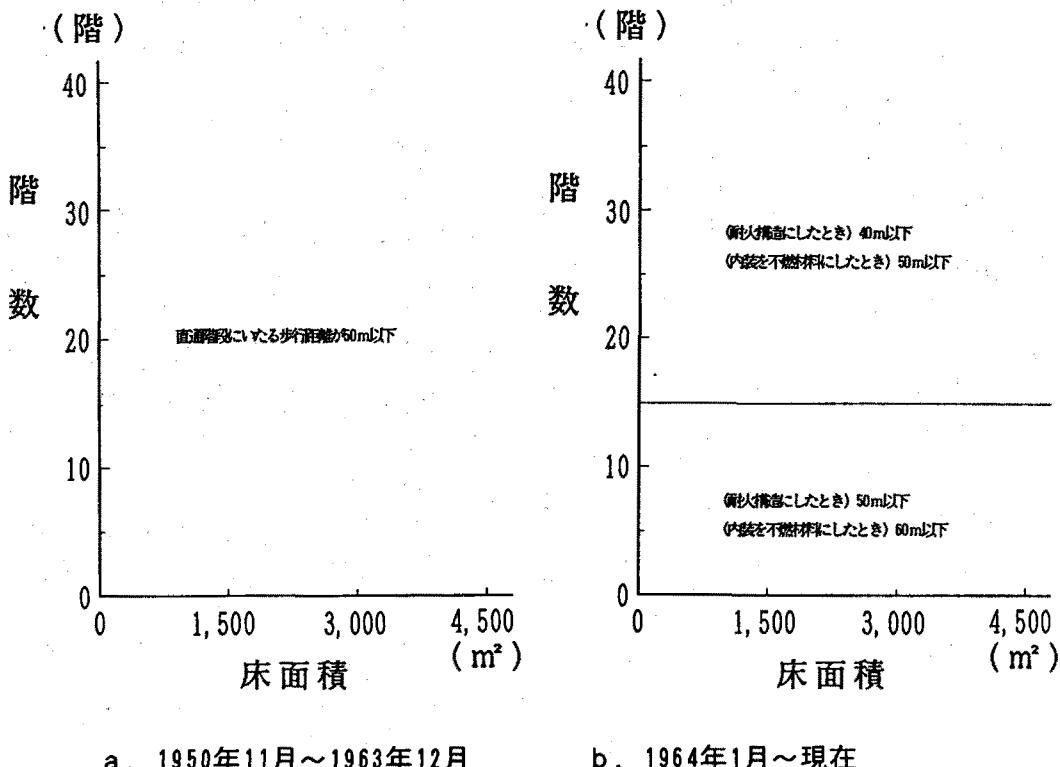


図2-3 直通階段の設置に関する規定の変遷

b. 1964年1月～現在

「耐火構造の……居室で、当該居室およびこれから地上に通ずる主たる廊下、階段その他の通路の壁……および天井……の室内に面する部分の仕上げを不燃材料または準不燃材料でしたものについては、……表の数値に10を加えた数値を……表の数値とする。ただし、15階以上の階の居室については、この限りでない」、「15階以上の階の居室については、前項本文の規定に該当するものを除き、……表の数値から10を減じた数値を同項の表の数値とする」という規定が追加された。事務所ビルの居室では、14階までは50mあるいは60m、15階以上では40mあるいは50mとなる。

(3) 二以上の直通階段の設置に関する規定の主要改正経緯

二以上の直通階段については、建築基準法の制定当時から同施行令第百二十一条に規定されており、その後1959年、1969年、1973年に大改正が行われている。したがって、分析の年代区分も、この改正時期に合わせて4期に分けた。それぞれの時期の規定は、以下のようにになっている(図2-4)。

a. 1950年11月～1959年12月

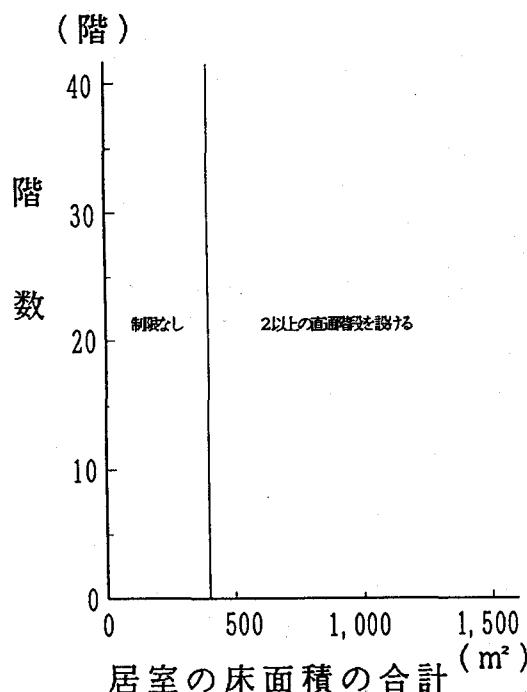
制定当初の施行令第百二十一条1項は、事務所ビルについて見れば「建築物の避難階以外の階が左の各号の一に該当する場合においては、その階から避難階に通ずる二以上の直通階段を設けなければならない……。五 主要構造部が耐火構造……である建築物の階でその階における居室の床面積の合計が400m²をこえるもの」となっている。

b. 1960年1月～1969年4月

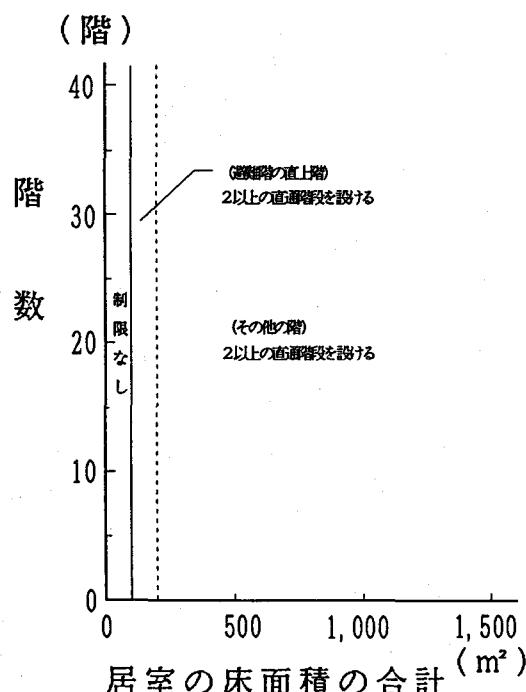
同条1項が、「建築物の避難階以外の階が次の各号の一に該当する場合においては、その階から避難階または地上に通ずる二以上の直通階段を設けなければならない……。四 ……その階における居室の床面積の合計が、避難階の直上……階にあっては200m²を、その他の階にあっては100m²をこえるもの」と改められた。

c. 1969年5月～1973年12月

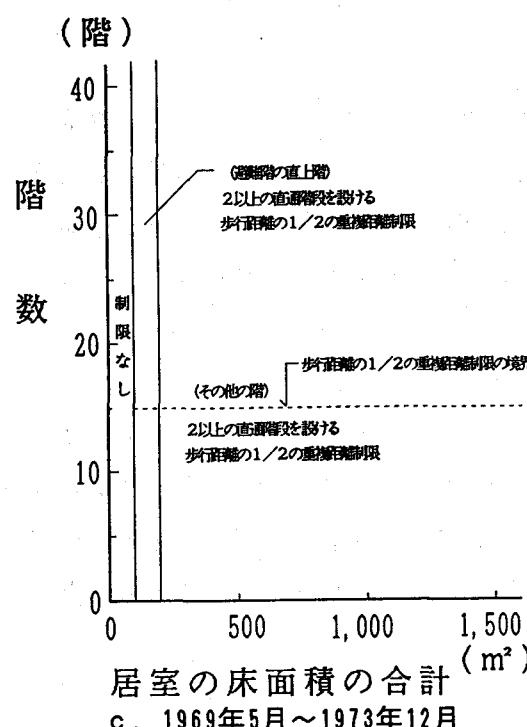
同条第3項として「……居室の各部分から各直通階段に至る通常の歩行経路すべてに共通の重複区間があるときにおける当該重複区間の長さは、前条に規



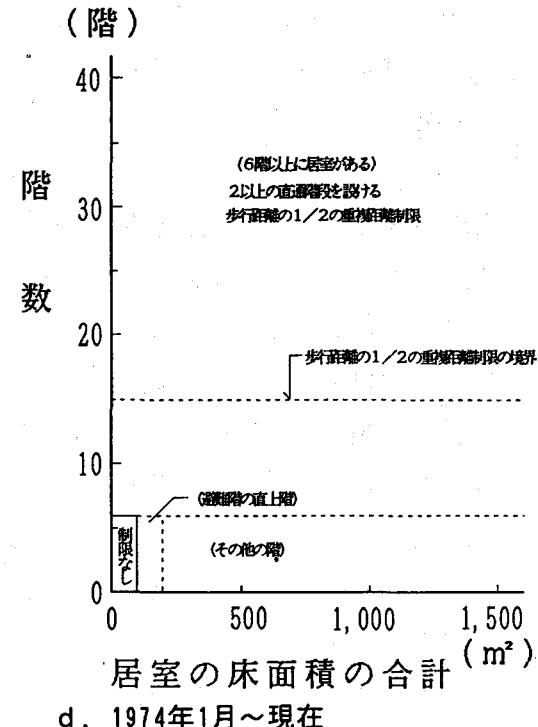
a. 1950年11月～1959年12月



b. 1960年1月～1969年4月



c. 1969年5月～1973年12月



d. 1974年1月～現在

図2-4 二以上の直通階段の設置に関する規定の変遷

定する歩行距離の数値の2分の1をこえてはならない。ただし、居室の各部分から、当該重複区間を経由しないで、避難上有効なバルコニー、屋外通路……に避難することができる場合は、この限りでない」という条文が新設され、間接的ではあるが、階段の集中配置が規制されるようになった。

d. 1974年1月～現在

同条第1項第五号「イ 6階以上の階でその階に居室を有するもの、ロ 5階以下の階でその階における居室の床面積の合計が避難階の直上にあっては 200m^2 を、他の階にあっては 100m^2 をこえるもの」が新設され、6階以上の建物はすべて二以上の直通階段が必要になった。

(4) 避難階段の設置に関する規定の主要改正経緯

避難階段については、建築基準法の制定当時から同施行令第百二十二条に規定されており、その後1964年に大改正が行われている。したがって、分析の年代区分も、この改正時期に合わせて2期に分けた。それぞれの時期の規定は、以下のようにになっている(図2-5)。

a. 1950年11月～1963年12月

制定当初の施行令第百二十二条は、百貨店以外の用途に供する建物については「地上の階数が5以上の建築物の5階以上の階に通ずる直通階段は、……避難階段または特別避難階段としなければならない」と規定している。

b. 1964年1月～現在

すべての建物について、「建築物の5階以上の階に通ずる直通階段は……避難階段または特別避難階段とし、建築物の15階以上の階に通ずる直通階段は…特別避難階段としなければならない」と改正され、避難階段の設置条件が5階と15階の2段階で規定されるようになった。

(5) 非常用エレベーターの設置に関する規定の主要改正経緯

非常用エレベーターの設置規定は、1971年1月から施行された(建築基準法第百二十九条の十三の二、三)。したがって、分析の年代区分も、この時期に合わせて2期に分けた。それぞれの時期の規定は、以下のようにになっている(図2-6)。

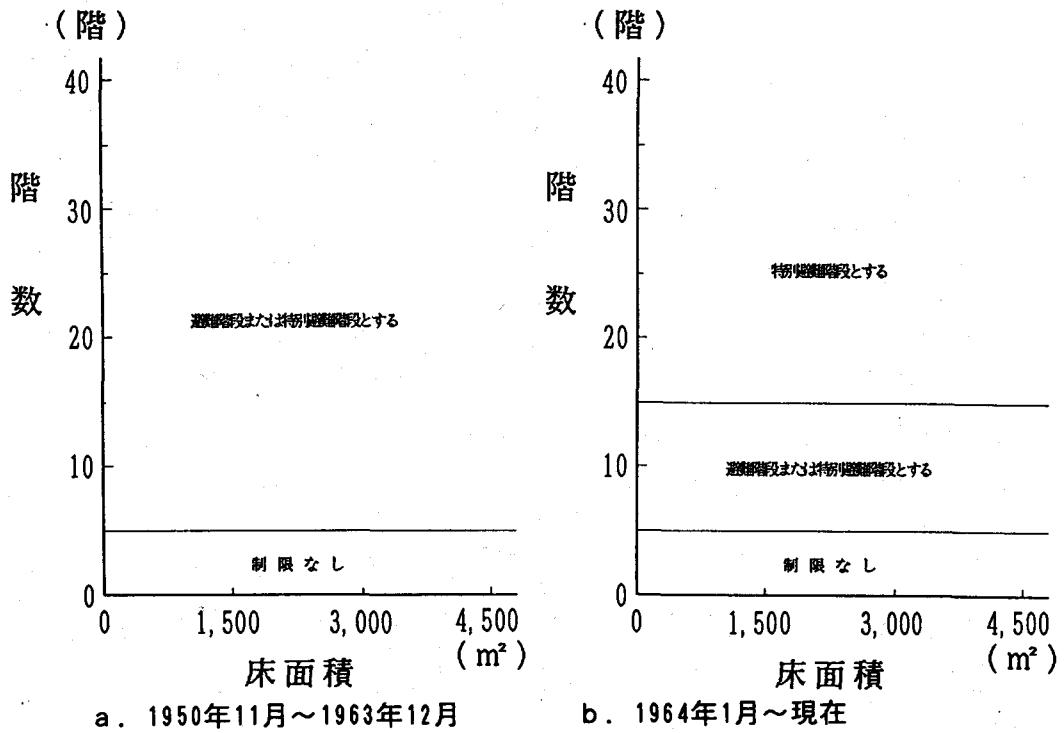


図 2-5 避難階段の設置に関する規定の変遷

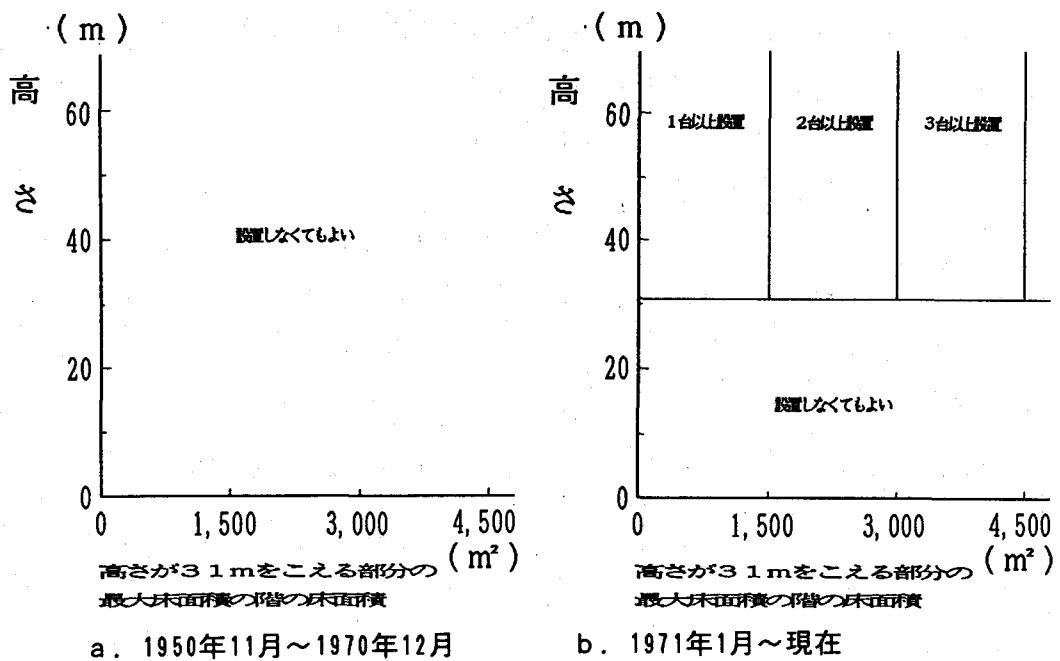


図 2-6 非常用エレベーターの設置に関する規定の変遷

a. 1950年11月～1970年12月

エレベーターに関する規定は1958（昭和34）年10月に制定され、翌年1月から施行されたが、当初は同施行令第百二十九条の三～十三だけで、非常用エレベーターの設置規定がなかった。

b. 1971年1月～現在

1970（昭和45）年12月に建築基準法第三十四条2と同施行令第百二十九条の十三の三が新たに制定され、翌年1月から施行された。その内容は、「非常用エレベーターの数は、高さ31mをこえる部分の床面積が最大の階における床面積に応じて、次の表に定める数以上とし、2以上の非常用エレベーターを設置する場合には、避難上および消火上有効な間隔を保って配置しなければならない」というもので、設置台数は「高さ31mをこえる部分の床面積が $1,500\text{m}^2$ 以下の場合は1、 $1,500\text{m}^2$ をこえる場合は $3,000\text{m}^2$ 以内を増すごとに1台を加える」と規定し、以後改正されずに今日に至っている。

2.3 防火・避難規定の改正による影響

防火・避難規定の主要改正時期は2.2に示すとおりであるが、調査した建物の着工時期が1960年以降のものであるため、このことを勘案して、影響を見る年代区分を決定した。

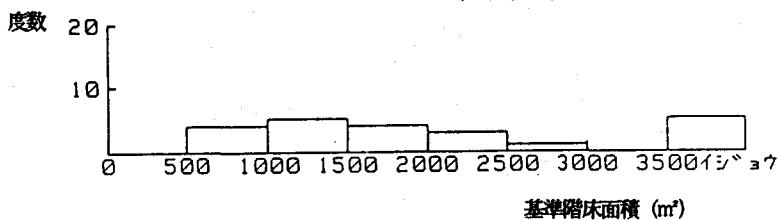
（1）防火区画に関する規定の改正による影響

年代を ①1960年1月～1963年12月、②1964年1月～1969年4月、③1969年5月～1983年 の3期に区分し、改正の影響を調べた。

a. 基準階床面積の年代別頻度分布

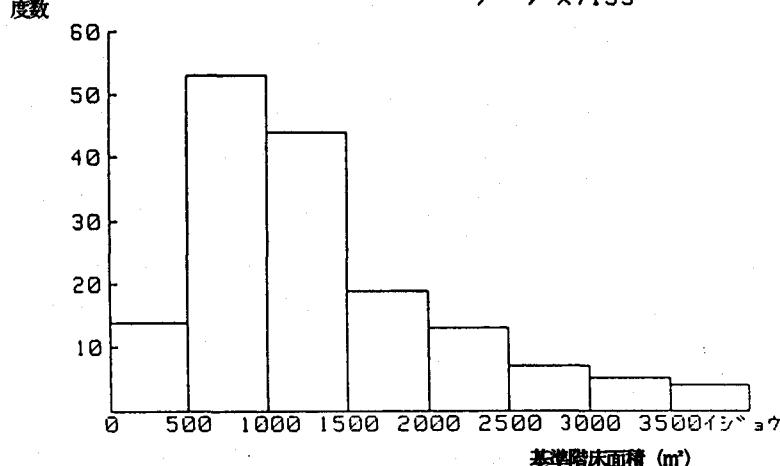
第①期はデータ数が22と少ないため、明確な傾向が見られないが、第②期、第③期はともに $1,500\text{m}^2$ を境として、それ以上のデータが急減する（図2-7）。これは、基準階床面積を $1,500\text{m}^2$ 以下におさえて、スプリンクラーを設けず、かつ基準階内に防火区画が生じないように計画することを、ある程度反映していると考えられる。しかし実際には、防火区画の適用外部分³⁾があるため、基準階面積が事務室面積 $1,500\text{m}^2$ を境とするか、基準階面積 $1,800\sim2,000\text{m}^2$ 程度を境にすれば、より明確な減少がみられると予想される。

データ スケ 22



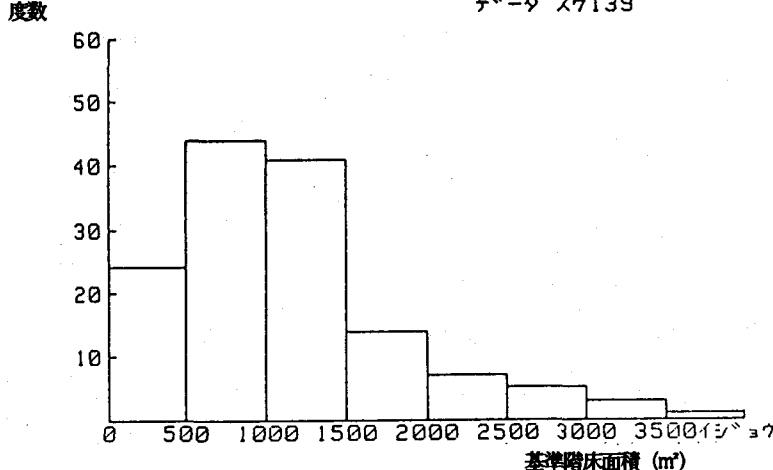
①1960年1月～1963年12月

データ スケ 159



②1964年1月～1969年4月

データ スケ 139



③1969年5月～1983年

図2-7 基準階床面積の年代別頻度分布
(防火区画に関する規定の改正による影響)

b. 基準階床面積で分けたコアタイプの比率の年代別変化

基準階床面積1,500m²以下のビルと1,500m²を越えるビルに分けて、コアタイプの比率の経年変化を調べたのが図2-8である。しかし、もともと基準階床面積1,500m²以下では、センターコア型やオープンコア型にすると事務室の奥行きが十分確保できず、偏心集中コア型で計画されることが多くなるため、分散コア型の比率がやや高くなる以外は、改正による明確な影響が見られない。しかし、基準階床面積が1,500m²を越えるものに限ってみると、第①～②期ではセンターコア型の比率が非常に高く、第③期になるとセンターコア型が急減し、かわって分散コア型や複合コア型が現れる。

c. 階数で分けたコアタイプの比率の年代別変化

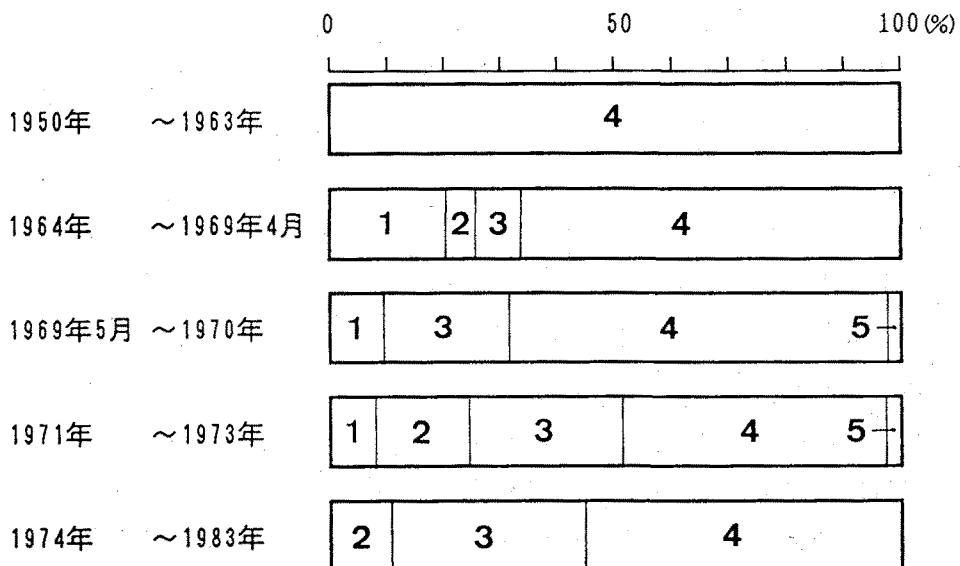
1964年1月以降、11階以上の部分に最大でも500m²以内ごとに防火区画しなければならなくなつたが、この改正の影響を見るために、階数10階以下と11階以上に分けて、コアタイプの比率の年代別変化を調べた（図2-9）。その結果、10階以下ではどの時代も偏心集中コア型が過半数を占め、また時代が下るにつれて分散コア型の比率が大きくなっていること、および11階以上ではセンターコア型の比率が激減していることがわかった。

（2）直通階段の設置に関する規定の改正による影響

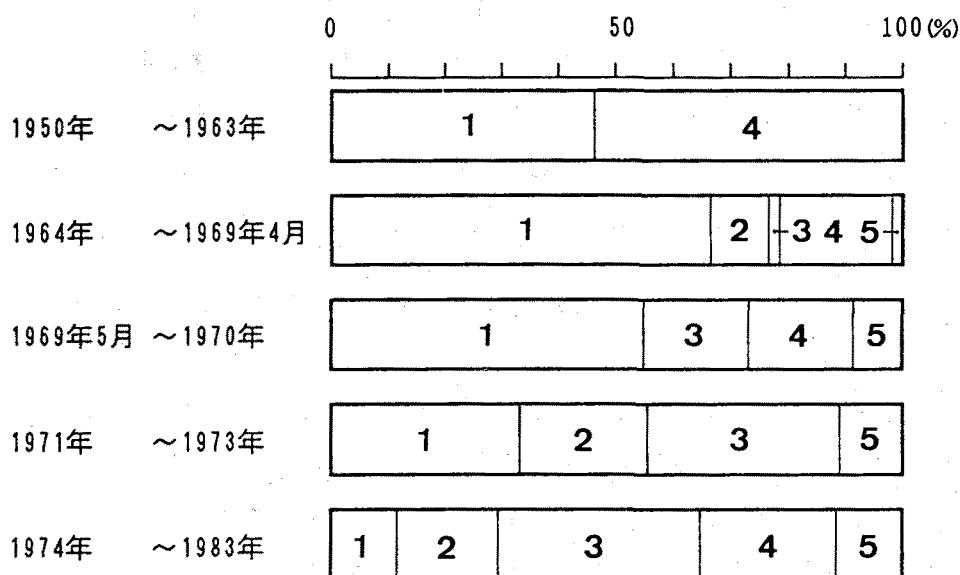
年代を ①1960年1月～1963年12月、②1964年1月～1983年の2期に区分し、改正の影響を調べた。

第②期から、15階以上の階の歩行距離制限値が10m短くなつたため、15階建て以上のビルを各階を基準階でそろえて計画する場合、14階以下の部分と15階以上の部分を整合させるのに工夫を要する場合がある。そこで、第②期を14階以下と15階以上に分けて、コアタイプの変化を調べた。その結果、センターコア型の比率は改正後あまり変化がなかったが、偏心集中コア型は激減し、かわってオープンコア型や分散コア型が多くなっている（図2-10）。

しかし、これは歩行距離制限の影響だけではなく、高層になると構造的に不利になる偏心集中コア型が避けられることも影響していると考えられる。また、内装の不燃化等により歩行距離制限が10m緩和されることも、計画の自由度をある程度担保していると考えられる。



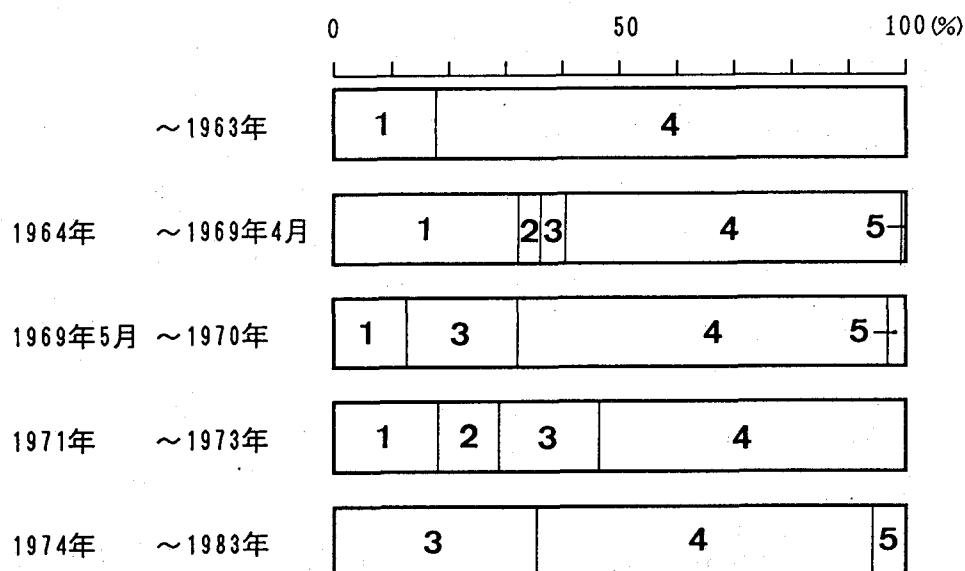
[基準階床面積が1,500m²以下のもの]



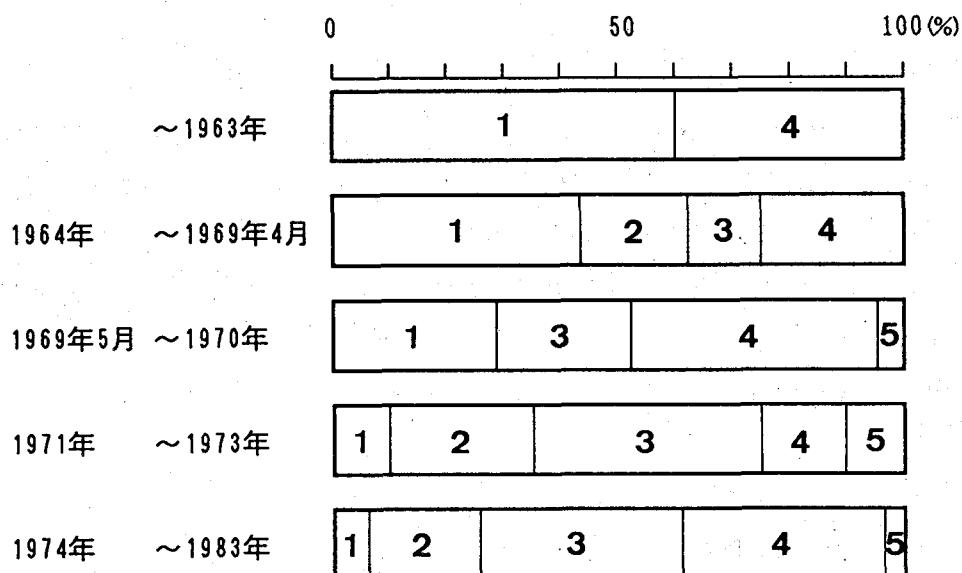
[基準階床面積が1,500m²を越えるもの]

1	2	3	4	5
センター	オープン	分散	偏心集中	複合

図2-8 コアタイプの比率の経年変化
(防火区画に関する規定の改正による影響)



[階数が10階以下のもの]



[階数が11階以上のもの]

1	2	3	4	5
センター	オープン	分散	偏心集中	複合

図2-9 階数別にみたコアタイプの比率の経年変化
(防火区画に関する規定の改正による影響)

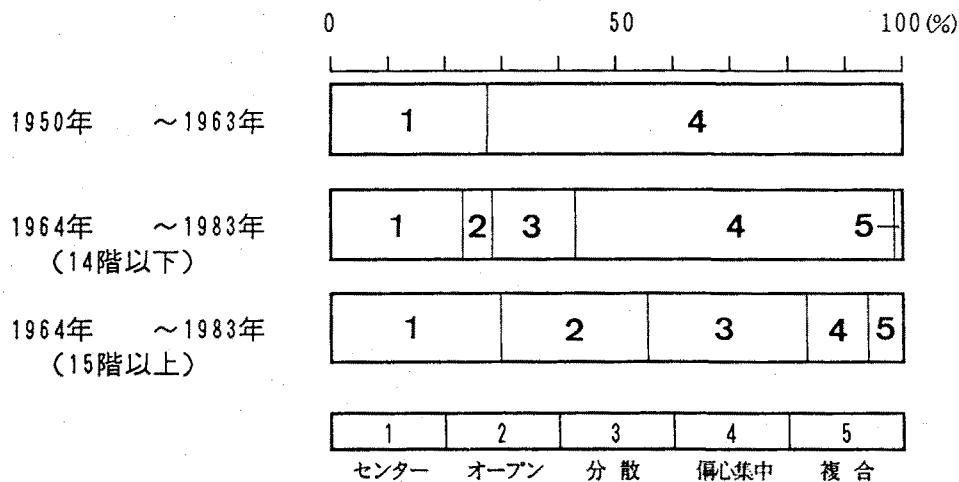


図2-10 階数別にみたコアタイプの比率の経年変化
(直通階段の設置に関する規定の改正による影響)

(3) 二以上の直通階段の設置に関する規定の改正による影響

年代を ①1960年1月～1969年4月, ②1969年5月～1973年12月, ③1974年1月～1983年 の3期に区分し, 14階以下と15階以上に分けて改正の影響を調べた結果を, 図2-11に示す。第②期から第③期にかけて, 14階以下と15階以上のいずれにおいても, センターコア型が激減し, 15階以上ではオープンコア型, 分散コア型の割合が増加している。また, 避難上有効なバルコニーに避難できる場合は重複距離制限が適用されないことから, バルコニーのない建物だけについても, 同様にして改正の影響を調べたが(図2-12), 全体の結果(図2-11)との明確な差がみられなかった。

図2-13は, 避難バルコニーの設置割合の変化を調べたものである。特に15階以上の建物で, 避難バルコニーの設置割合が高くなっているが, 法的には避難バルコニーが不要であっても, 消防等に設置を指導されることもあるため, すべてが法改正の影響とはいえないが, 間接的には法改正の影響を受けて, バルコニーを設置する建物が増えていると考えられる。

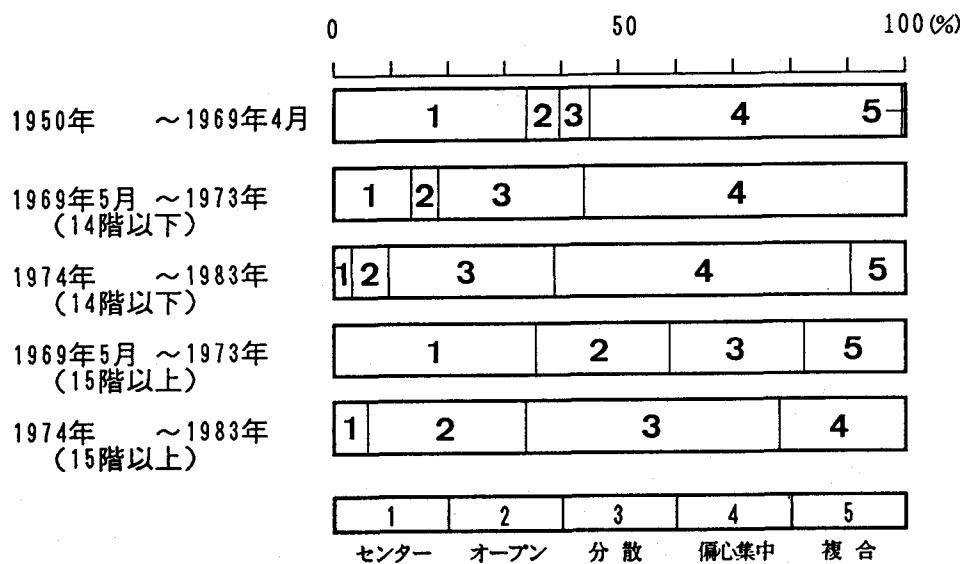


図2-11 階数別にみたコアタイプの比率の経年変化
(二以上の直通階段を設ける規定の改正による影響)

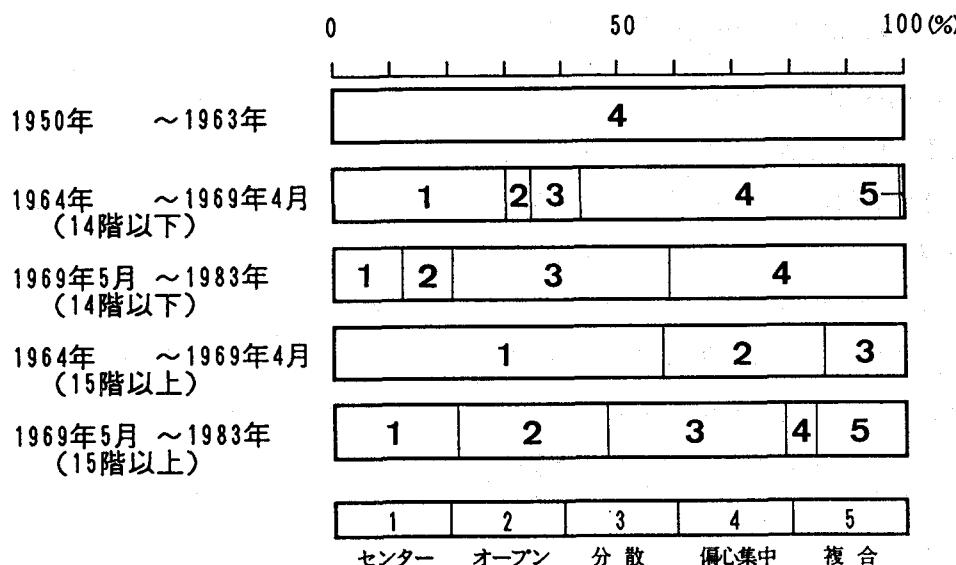


図2-12 バルコニーがない建物の階数別にみたコアタイプの比率の
経年変化(二以上の直通階段を設ける規定の改正による影響)

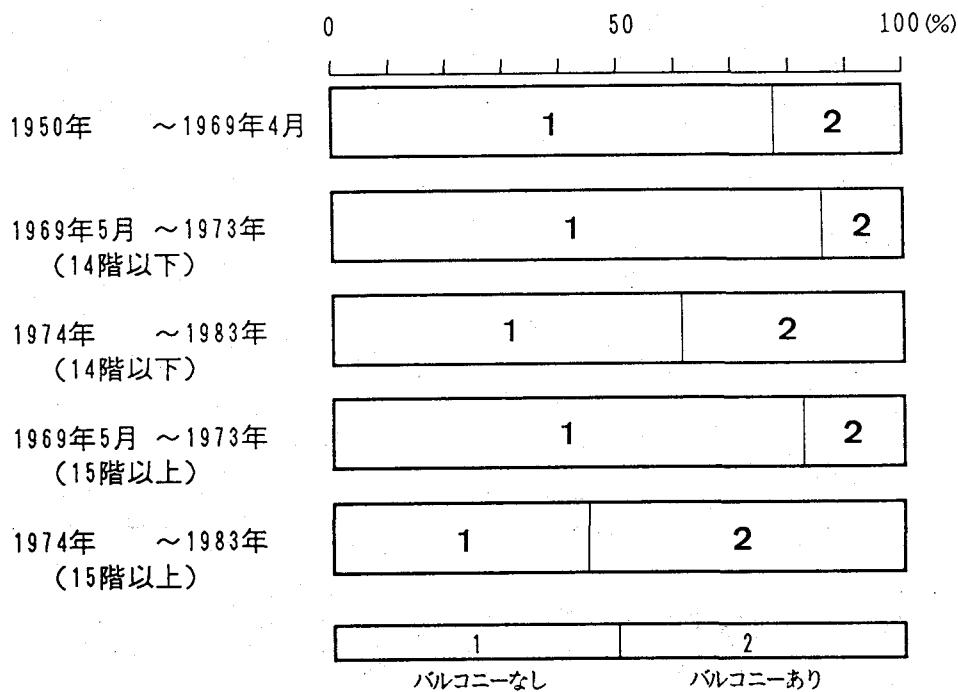


図2-13 階数別にみたバルコニーの設置割合の経年変化

(4) 避難階段の設置に関する規定の改正による影響

年代を ①1960年1月～1963年12月, ②1964年1月～1983年 の2期に区分し, 改正の影響を調べた結果を, 図2-14に示す。

特別避難階段の設置が必要な15階以上の建物は, オープンコア型や分散コア型が多く, 避難階段の設置を必要としない4階以下の建物は, すべてセンター コア型または偏心集中コア型であった。

特別避難階段は, 排煙設備やバルコニーを必要とするため, 特別避難階段の設置には, コアが外気に面しないセンターコア型よりも, コアが外気に面してとれるオープンコア型や分散コア型が有利であることが関係していると考えられる。

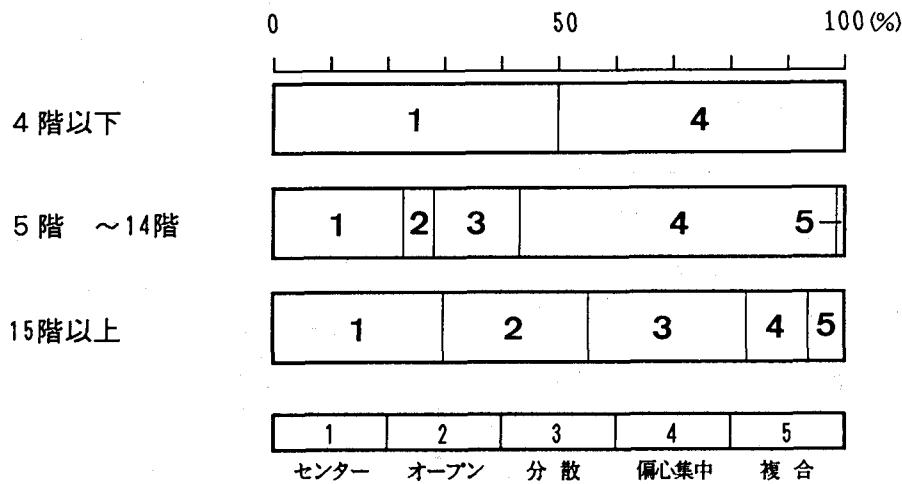


図2-14 階数別にみたコアタイプの比率

(5) 非常用エレベーターの設置に関する規定の追加による影響

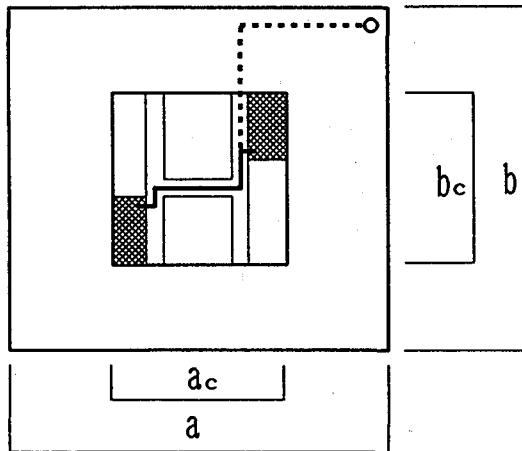
年代を ①1960年1月～1970年12月, ②1971年1月～1983年 の2期に区分し, 非常用エレベーターの設置規定の追加の影響を調べたが, 事務所ビルの場合は明確な影響が見られなかった。

2.4 モデル平面による改正の影響の定量的考察

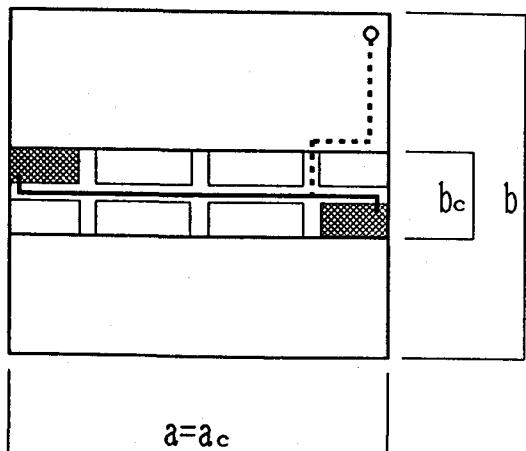
2.3では, 事務所ビルのコアタイプに大きく影響するのは, 直通階段の設置規定の改正と, 二以上の直通階段を設ける規定の改正の二つの規定であることが明らかになった。そこで, ここでは典型的なコアタイプの事務所ビルをモデル平面として, コアタイプ別に改正の影響の大きさを調べることにする。

(1) モデル平面の仮定

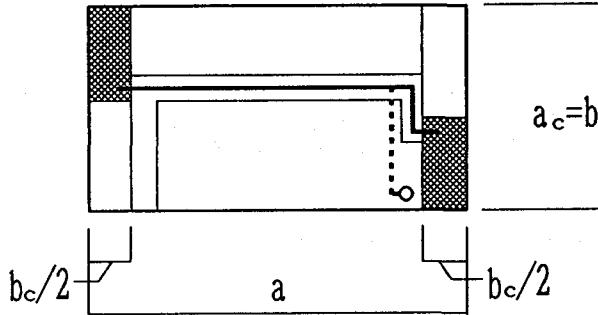
ここでは, 図2-15に示すセンターコア型, オープンコア型, 分散コア型, 偏心集中コア型の4タイプの事務所ビルの典型的平面をモデル平面に設定し, レンタブル比80% (コア部分の比率が20%), すなわち $a_c \cdot b_c = 0.2 a \cdot b$ となるように平面寸法の比率を仮定した。



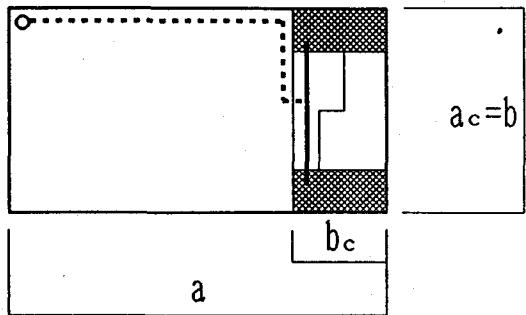
①センターコア型



②オープンコア型



③分散コア型



④偏心集中コア型

記号凡例



避難階段



重複のない歩行経路部分



重複する歩行経路部分

図2-15 法改正の影響を調べるためのモデル平面

①センターコア型

$$a_c = 0.2^{1/2} \cdot a, \quad b_c = 0.2^{1/2} \cdot b$$

②オープンコア型

$$a_c = a, \quad b_c = 0.2 b$$

③分散コア型

$$a_c = b, \quad b_c = 0.2 a$$

④偏心集中コア型

$$a_c = b, \quad b_c = 0.2 a$$

ここで、

a : モデル平面の長辺方向の長さ (m)

b : モデル平面の短辺方向の長さ (m)

a_c : コアの長辺方向の長さ (m)

b_c : コアの短辺方向の長さ (m)

ただし、コアの最小成立寸法を $a_c \geq 15m$, $b_c \geq 3m$ とする。また、事務室の奥行き寸法は、片側採光の場合8~25m, 両側採光の場合8~40mとする⁴⁾。また図中の経路の記号の意味は、次のとおりである。

—— : 最大歩行距離経路（居室の各地点から階段に至る経路のうち、

歩行距離が最大となる経路）における重複のない部分

····· : 重複経路（居室の各地点から 2 カ所ある階段に至る最大歩行距離
経路のうち、互いに重複する部分）

(2) 平面が成立する範囲の算定

以上の条件を与えて、図2-15に示したモデル平面の長辺長さ a と短辺長さ b を独立に 1 m ずつ変化させて、歩行距離、重複距離のいずれもが法規を満たす範囲（成立範囲）を計算し、縦軸に長辺長さ a 、横軸に短辺長さ b をとったグラフ上に・で成立範囲を示す。この成立範囲が狭いほど法規による制限が厳しく、また改正による成立範囲の縮小の程度が大きいほど、改正の影響が大きいと考えられる。なお、直通階段の設置規定が1964年1月に、また二以上の直通階段の設置規定が1969年5月に改正・強化されたので、ここでは以下に示す4通りのケースについて、成立範囲を求めた。結果を図2-16~図2-19に示す。

[ケース 1]

期間：1950年～1969年4月

歩行距離制限：50m (15階以上, 内装不燃化)

重複距離制限：なし

[ケース 2]

期間：1969年5月～現在

歩行距離制限：50m (15階以上, 内装不燃化)

重複距離制限：25m (歩行距離制限の 2 分の 1)

[ケース 3]

期間：1964年1月～1969年4月

歩行距離制限：60m (14階以下, 内装不燃化)

重複距離制限：なし

[ケース 4]

期間：1969年5月～現在

歩行距離制限：60m (14階以下, 内装不燃化)

重複距離制限：30m (歩行距離制限の 2 分の 1)

(3) 平面が成立する範囲の算定結果

a. センターコア型の成立範囲 (図 2-16)

1969年に重複距離制限が導入されるまでは、特に14階以下で非常に成立範囲が広い (ケース 1, ケース 3)。しかし、重複距離制限の導入により、成立範囲が急激に小さくなる。14階以下では、15階以上の部分よりも歩行距離制限が10m緩いため、改正後もかろうじてセンターコア型が成立するが (ケース 4)、15階以上では改正後は全く成立しない結果になった (ケース 3)。

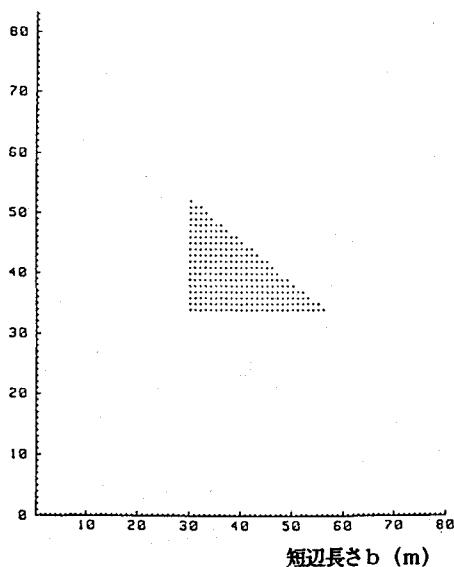
実際には、建物外周に避難バルコニーを設置して重複距離の規定を緩和し、センターコア型を実現しているが、1965年5月以降は、避難バルコニーなしではセンターコア型の成立が困難なことがわかる。

b. オープンコア型の成立範囲 (図 2-17)

改正により、成立範囲が75～80%程度にせばまる (ケース 2, ケース 4)。

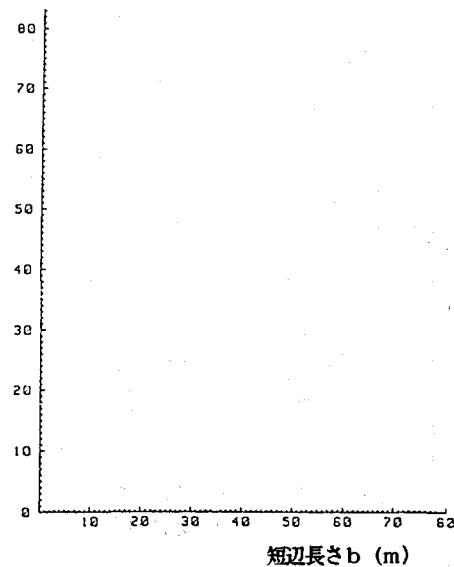
また、14階以下と15階以上の差が比較的小さくなる結果が得られた。

長辺長さ a (m)



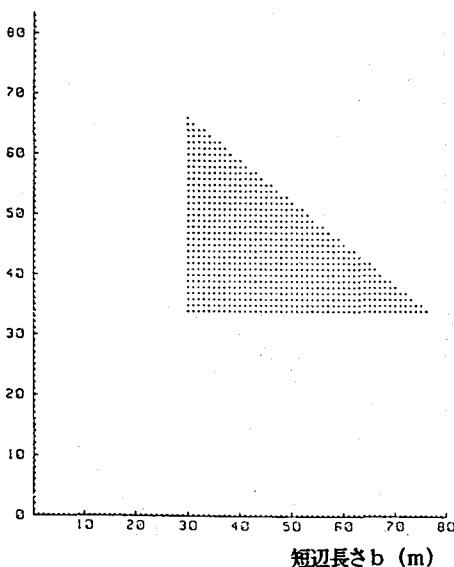
[ケース 1]

長辺長さ a (m)



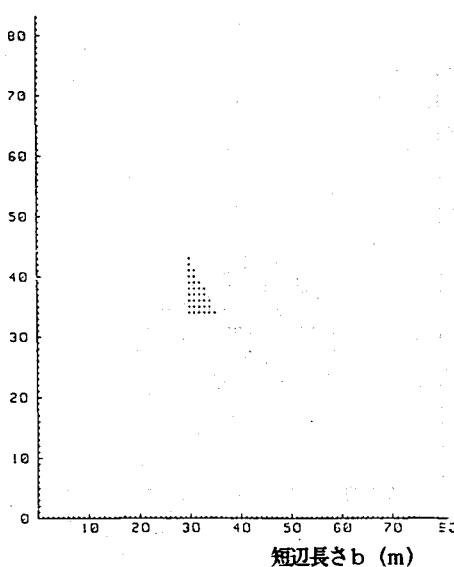
[ケース 2]

長辺長さ a (m)



[ケース 3]

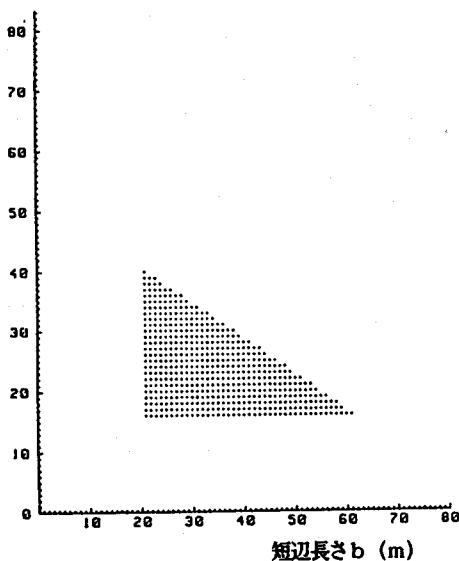
長辺長さ a (m)



[ケース 4]

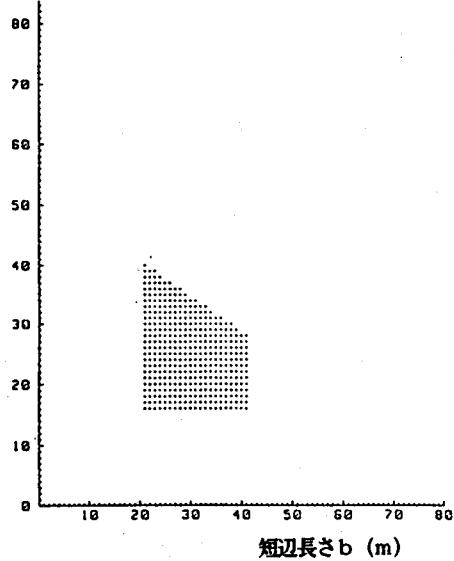
図 2-16 法改正によるセンターコア型の成立範囲の変化

長辺長さ a (m)



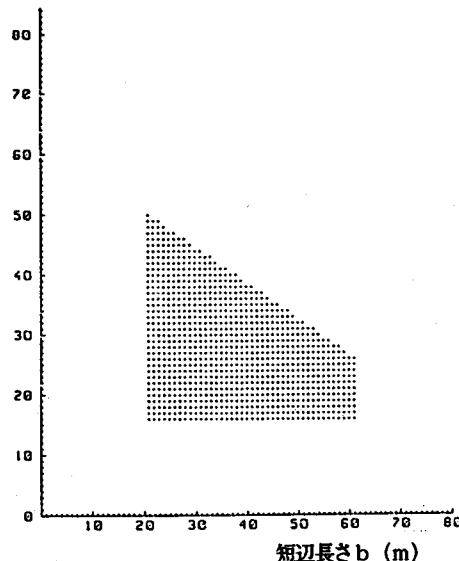
[ケース 1]

長辺長さ a (m)



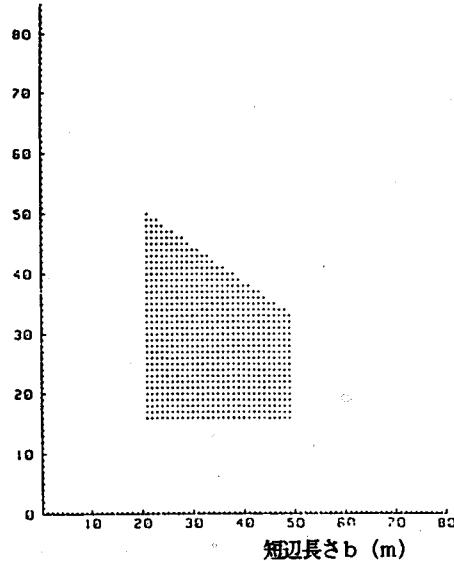
[ケース 2]

長辺長さ a (m)



[ケース 3]

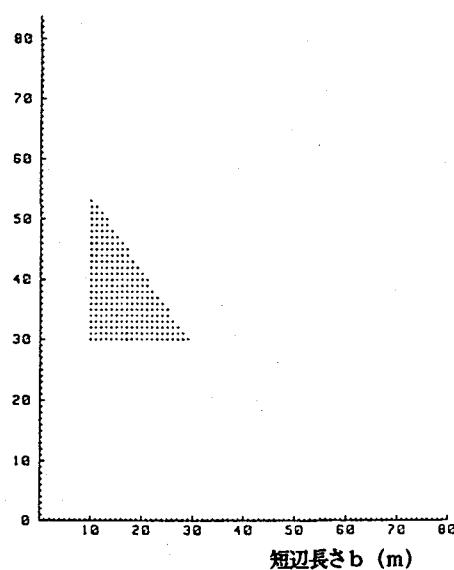
長辺長さ a (m)



[ケース 4]

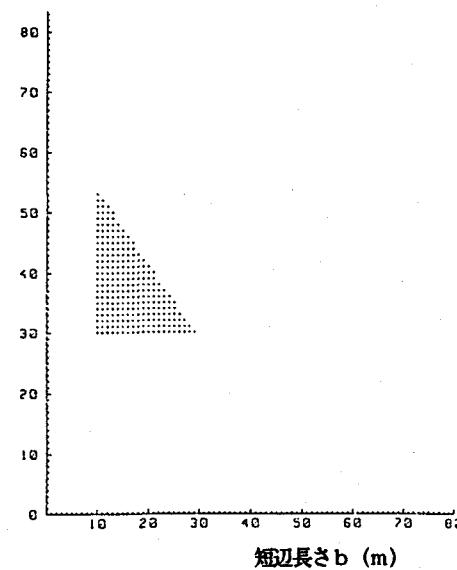
図 2-17 法改正によるオープンコア型の成立範囲の変化

長辺長さ a (m)



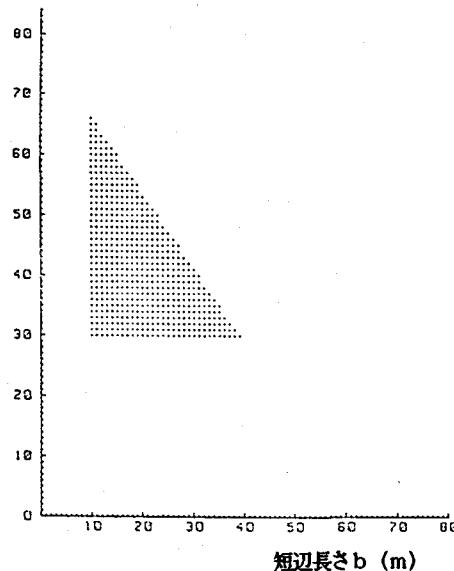
[ケース 1]

長辺長さ a (m)



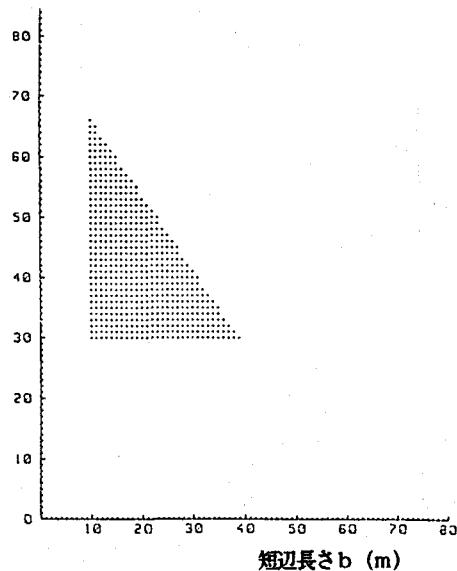
[ケース 2]

長辺長さ a (m)



[ケース 3]

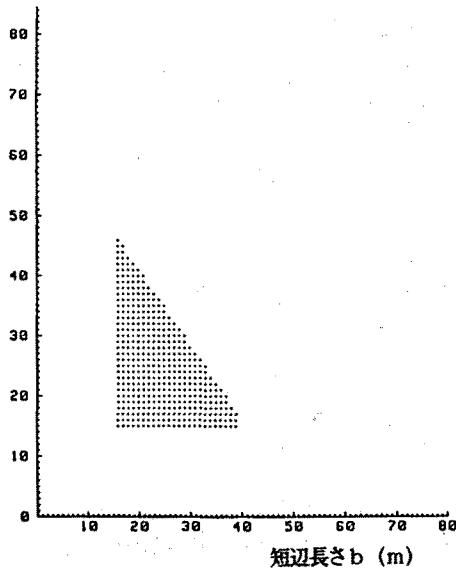
長辺長さ a (m)



[ケース 4]

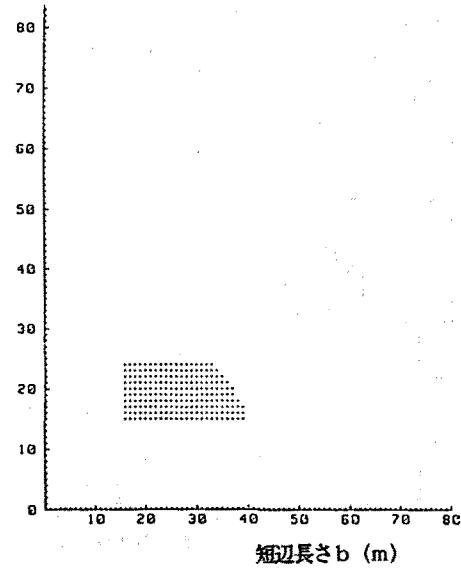
図 2-18 法改正による分散コア型の成立範囲の変化

長辺長さ a (m)



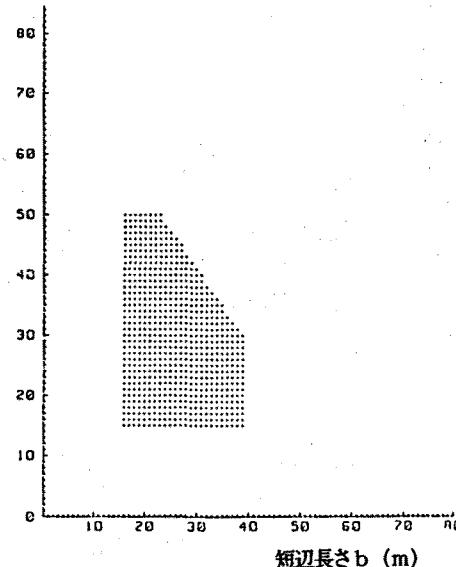
[ケース 1]

長辺長さ a (m)



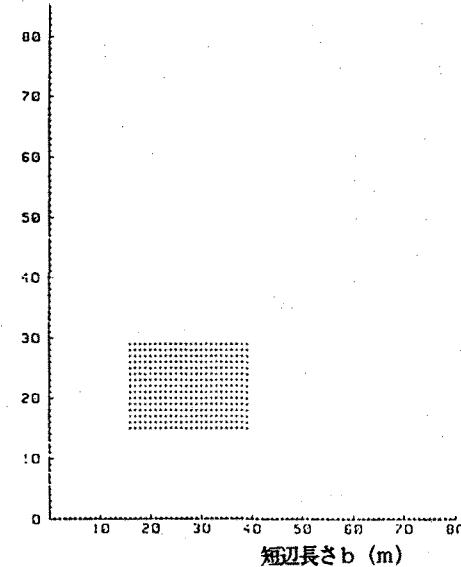
[ケース 2]

長辺長さ a (m)



[ケース 3]

長辺長さ a (m)



[ケース 4]

図 2-19 法改正による偏心集中コア型の成立範囲の変化

c. 分散コア型の成立範囲（図2-18）

14階以下と15階以上の成立範囲の差が大きいが、15階以上でも成立範囲が広い。モデル平面による計算上は、改正の影響を全く受けず、避難を考慮した平面計画の自由度が大きいタイプであることがわかる。

d. 偏心集中コア型の成立範囲（図2-19）

改正の影響が大きく、改正後の成立範囲はセンターコア型に次いで狭い。しかし、14階以下と15階以上の差は最も小さい。

(4) コアタイプ別にみた法改正の影響の定量的考察

図2-16～図2-19には、1m刻みで成立範囲を・でマークしてあるため、・の個数が成立範囲の広さに比例する。ここでは、各ケースの・の数の変化に着目し、改正による影響の程度を定量的に考察する。

a. 重複距離制限の導入による影響

ケース1とケース2は、歩行距離制限がともに50mであるが、ケース1では重複距離制限がなく、ケース2では重複距離制限が25mとなっている点が異なる。また、ケース3とケース4は、歩行距離制限がともに60mであるが、ケース3では重複距離制限がなく、ケース4では重複距離制限が30mとなっている点が異なる。

したがって、重複距離制限の導入による成立範囲の減少の程度が、重複距離制限の導入による影響を表していると考えられので、重複距離制限の導入による影響度を次式で求める。

$$\text{重複距離制限の導入による影響度} = 100 \times (A - B) / A (\%)$$

A：導入前（制限なし）の成立範囲の・の数

B：導入後（歩行距離制限の2分の1）の成立範囲の・の数

各モデル平面のケースごとの・の数、および重複距離制限の導入による影響度を、表2-3に示す。

その結果、分散コア型は重複距離制限が導入されても影響を受けず（15階以上、14階以下とも0.0%）、次いでオープンコア型（15階以上24.8%，14階以下18.1%）、偏心集中コア型（同48.3%，47.7%）の順に影響が小さいこと、改

正後は避難バルコニーがない、純粹なセンターコア型の成立が非常に困難であること（同100%，95.8%）が明らかになった。

表2-3 重複距離制限の導入による影響

モデル平面	成立範囲の・の数				重複距離制限の導入による影響	
	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	15階以上	14階以下
センターコア型	268	0	791	33	100.0	95.8
オープンコア型	525	395	935	766	24.8	18.1
分散コア型	250	250	563	563	0.0	0.0
偏心集中コア型	420	217	688	360	48.3	47.7

b. 歩行距離制限の強化による影響

ケース1とケース3は、ともに重複距離制限がないが、歩行距離制限がケース1で50m、ケース3で60mとなっている点が異なる。また、ケース2とケース4は、ともに重複距離制限があり、歩行距離制限がケース2で50m、ケース4で60mとなっている点が異なる。

したがって、歩行距離制限の強化（10m短縮）による成立範囲の減少が、強化による影響を表していると考えられるので、歩行距離制限の強化による影響度を次式で求める。

$$\text{歩行距離制限の強化による影響度} = 100 \times (C - D) / C (\%)$$

C：強化前（60m）の成立範囲の・の数

D：強化後（50m）の成立範囲の・の数

各モデル平面の、ケースごとの・の数、および歩行距離制限の強化による影響度を、表2-4に示す。

その結果、センターコア型（重複距離制限がない場合66.1%，重複距離制限がある場合47.7%）が最も影響が大きく、次いで分散コア型（同55.6%，0%），オープンコア型（同43.9%，48.4%），偏心集中コア型（同39.0%，39.7%）の順に影響が大きくなっている。これは、歩行距離制限の規定の強化（歩行距離制限の短縮）が、センターコア型にもっとも不利であることを示している。

表2-4 歩行距離制限の強化による影響

モデル平面	成立範囲の・の数				歩行距離制限の強化による影響	
	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	重複距離制限なし	重複距離制限あり
センターコア型	268	0	791	33	66.1	100.0
オープンコア型	525	395	935	766	43.9	48.4
分散コア型	250	250	563	563	55.6	0.0
偏心集中コア型	420	217	688	360	39.0	39.7

2.5 まとめ

以上の結果をまとめると、次のようになる。

- ①事務所ビルの平面計画は、防火・避難関連法規の改正の影響を受け、改正を契機に平面計画が変化している実態が明らかになった。特に、二以上の直通階段を設ける規定（建築基準法施行令第百二十一一条）、避難階段の設置規定（同令第百二十二条）の改正の影響が、かなり明確に現れた。
- ②コアタイプ別に見れば、避難関連規定の改正・強化のたびにセンターコア型の割合が減少していくことが、明らかになった。
- ③モデル平面をもとに平面の成立範囲を調べた結果、重複距離制限の導入と歩行距離制限の強化の影響がコアタイプにより異なることを、定量的に明らかにした。特に、純粋なセンターコア型は、現在の基準では大規模なものが成立しにくいことが定量的に示された。

以上のように、避難関連規定の改正・強化は、建築計画に大きく影響する場合があるので、規定の一層の強化にあたっては、必要以上に建築計画を制限することのないよう、改正による影響を十分検討し、設計者に無用の混乱を与えないようにすることが望まれる。

注

- 1) おもに建築実施設計例第1集（1964年）～第4集（1972年まで）（鹿島出版会），新建築1975年1月号～1984年10月号（新建築社），建築文化1975年1月号～1984年10月号（彰国社）等から収集した。
- 2) 文1 (pp. 253-257) では、外廊下型センターコア，中廊下型センターコア，正方形型センターコア，ダブルコア式，片コア式，分散コア式，中間コア式の7タイプに分けてある。また文2 (pp. 92-101) では、センターコアタイプ，オープンコアタイプ，分散コアタイプ，複合コアタイプ，偏心集中コアタイプ，偏心分散コアタイプ，偏心複合コアタイプ，分離コアタイプなど，11タイプに分類している。「新・建築防災計画指針」（文3, pp. 29-32）は、おおむね文1の分類に従っている。
- 3) 階段室，エレベータ昇降路（乗降ロビーを含む），廊下その他避難の用に供する部分で，耐火構造の床・壁・甲種防火戸で区画された部分が防火区画適用外となる（建築基準法施行令第百十二条8項）。
- 4) 文2 (p. 91) に掲載の「図3.13 基準階面積と採光条件と事務室奥行」を参考にして，寸法を決定した。

第3章 建物内の人間の避難防災意識 および日常動線に関する調査

3.1 調査の概要

(1) 調査の目的

不特定多数の人が利用するデパート、ホテルなどの施設に比べ、利用者の多くが社員という特定多数である事務所ビルでは、社員が建物内部をよく知っているうえ、非常時の情報伝達が会社組織の命令系統に乗りやすいため、火災通報、避難誘導、消火活動などの非常時の活動がスムーズに行われやすいといわれている¹⁾。

この調査は、T社（本社・東京都千代田区）の本社別館と、東京近郊の二つの支店の計3カ所の自社専用ビルの社員を対象に、日頃の防災意識や日常動線についてのアンケートを実施し、比較的安全といわれている専用ビルにおける避難・防災上の問題点を明らかにするとともに、避難・防災計画に必要な基礎データを得ることを目的として行ったものである。

(2) アンケートの設問概要

アンケートの設問項目を以下に示す。なおアンケート用紙は、巻末に資料1として添付してある。

[設問1] 日頃から考えている非常時の避難方法

- (1) 非常時の避難方法を日頃から考えているか
- (2) 考えている避難方法はどのようなものか
- (3) 非常に何か役割が決まっているか
- (4) 決まっている非常時の役割は何か
- (5) 役割が決まっていない人はどう行動するか

[設問2] 在館者の日常の上下階移動の手段

- (1) 勤務している階
- (2) 出勤時における勤務階までの移動手段

- (3) 退社時における 1 階までの移動手段
- (4) 勤務中によく行く階とその行き帰りの移動手段

[設問3] 在館者の日常動線

- (1) 各階平面図から勤務階の平面図を選び、自分の席の位置を記入してもらう
- (2) 次の 4 種類の経路（最もよく通る経路）を太線で平面図に示してもらう
 - ①自分の席からエレベーターまでの経路
 - ②自分の席から便所までの経路
 - ③自分の席から他の階に行くときに使う階段までの経路
 - ④その他、頻繁に通る経路

(3) 勤務階にある防災設備の設置場所

- ①消火栓ボックス
- ②消火器
- ③避難誘導灯
- ④防火戸
- ⑤非常ベル
- ⑥その他

[設問4] 回答者の属性

- ①性別
- ②年令
- ③職階
- ④勤務期間

(3) 調査の実施概要

アンケート調査は、1988年の夏から秋にかけて、T社多摩支店、同東村山総合社屋、同本社別館の3カ所で実施した。調査方法は、A4 サイズの調査用紙（資料1）を在館者に配布し、一定期間後に回収する留置き法をとった。また、多摩支店で先に実施したアンケートの回答状況を見て設問項目を再検討し、より答えやすいように設問の表現を一部修正してから、東村山総合社屋と本社別館で実施した。

配布ならびに回収は、会社組織を通じて行ったため、70～80%という、留置き法としては非常に高い回収率となった（表3-1）。

表3-1 アンケートの実施時期および回収率

調査建物	アンケート実施時期	有効回答数	有効回収率
多摩支店	1988年夏	273	73.4%
東村山総合社屋	1988年秋	172	70.2%
本社別館	1988年秋	602	80.3%

（4）調査建物の概要

a. T社多摩支店

所在地

東京都八王子市

建物概要

階 数：地上8階／地下1階

延床面積：11,310m²

勤務時間：8時30分始業、17時20分終業

登録人数：372人

避難からみた平面の特徴（図3-1）

ほぼ正方形の平面形で、いわゆるセンターコア型である。廊下の平面形状は十文字形あるいは不完全「田の字型」で、やや迷路的になっているうえ、階によって形状が異なるため、慣れないうちは方向感覚が失われやすい。また、避難階段は2カ所あるが、互いに近接しているため、階段だけでは二方向避難が十分に確保されにくい。

事務室があるのは1階から7階までで、このうち1,2,3階は広い事務室が中心であり、4,5,7階は小割りの部屋が多い。

b. T社東村山総合社屋

所在地

東京都東村山市

□建物概要

階 数：地上 4 階／地下 1 階

延床面積：9,910 m²

勤務時間：8時30分始業，17時20分終業

登録人数：245人

□避難からみた平面の特徴（図3-2）

リニアな平面形で、廊下の平面形状が一文字形を基本としており、その両端に避難階段があるため、非常に明快な避難動線を形成する。2階には、他に1階正面玄関に通じる階段があり、また3階は談話室から半円形の屋上に出られるようになっているため、二方向避難がよく確保されている。

事務室があるのは1階から3階までで、4階は機械室である。また、4階からは屋上運動施設に出ることができ、これは避難上も有効に機能すると思われる。

c. T社本社別館

□所在地

東京都千代田区

□建物概要

階 数：地上 9 階／地下 2 階

延床面積：約23,000 m²

勤務時間：8時30分始業，17時20分終業

登録人数：約750人

□避難からみた平面の特徴（図3-3）

いわゆるセンターコア型の平面である。廊下の平面形状が十文字形で、事務室の通路部分を含めて考えると、やや複雑的な通路形状になっている。また、避難階段は2カ所あるが、互いに近接しているため、階段だけでは二方向避難が十分に確保されにくいと思われる。

事務室があるのは2階から9階までで、このうち2, 5, 6, 7階は広い事務室が中心であり、3階と9階は会議室等の小割の部屋が多くなっている。4階と8階は、その中間的な形態である。

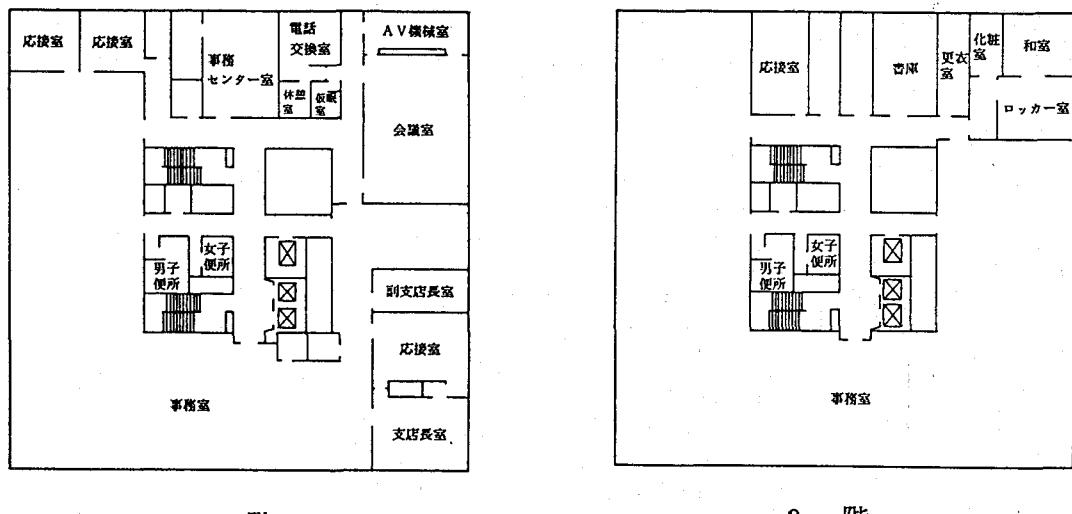
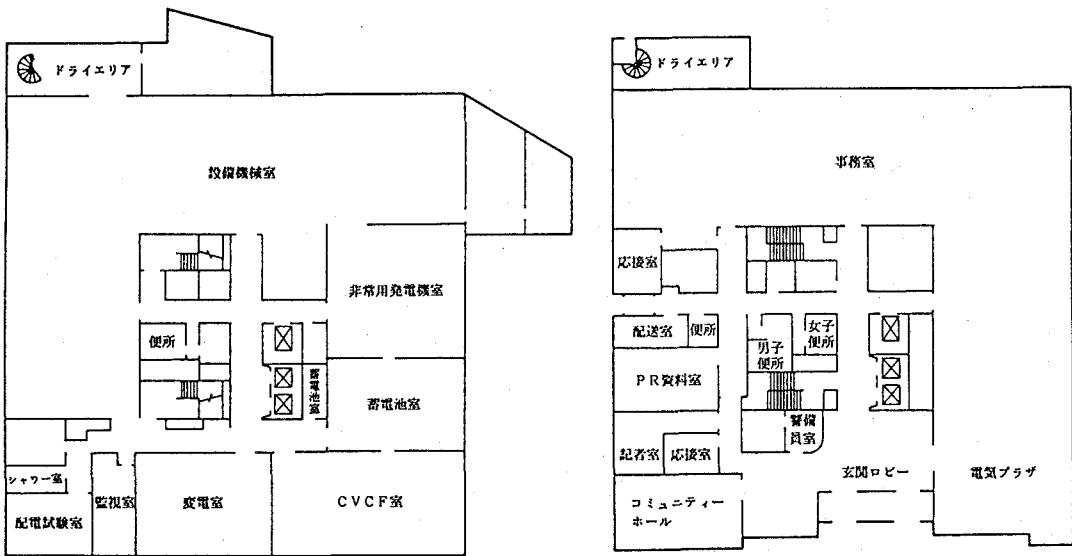
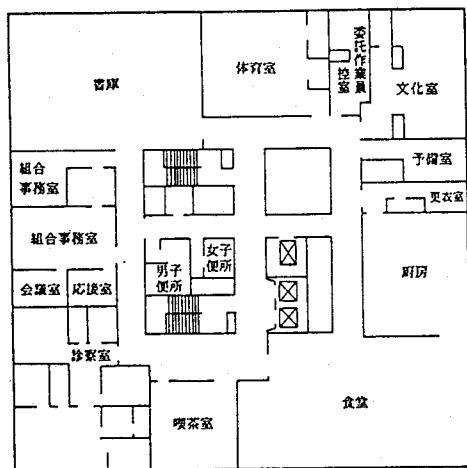
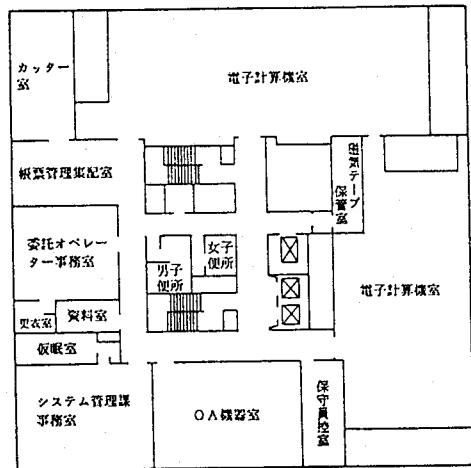


図 3-1 T社多摩支店の平面図

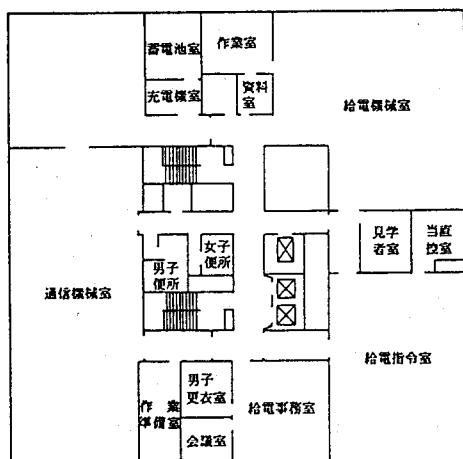
S=1:600



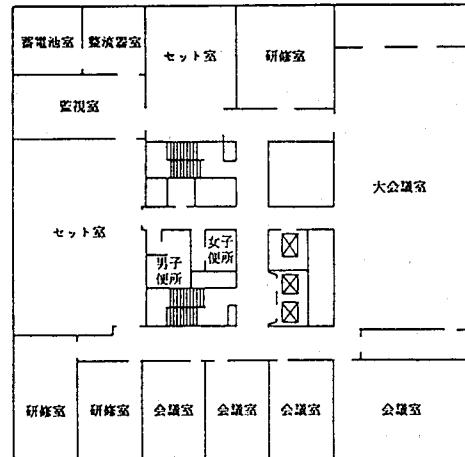
4 階



5 階



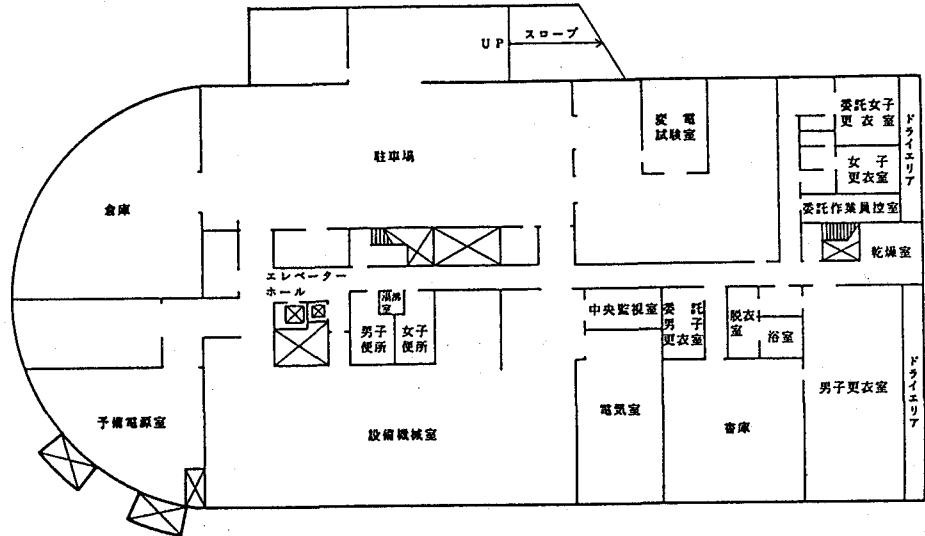
6 階



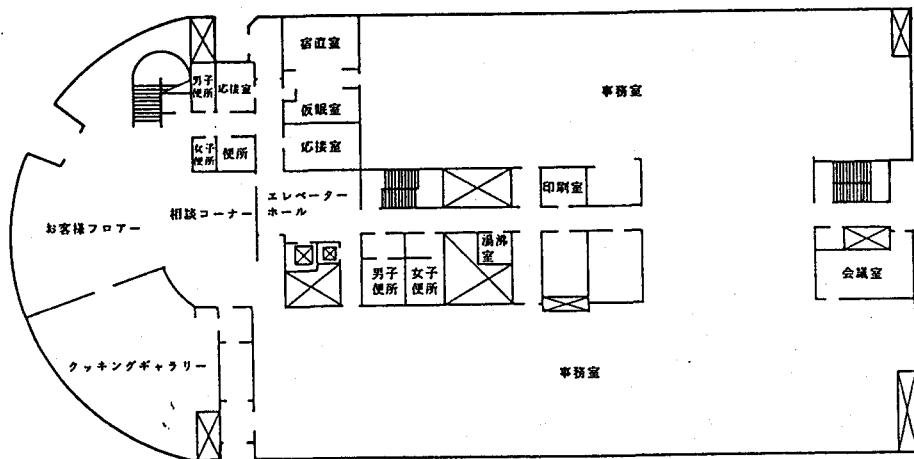
7 階

図 3-1 T社多摩支店の平面図（続き）

S = 1 : 600



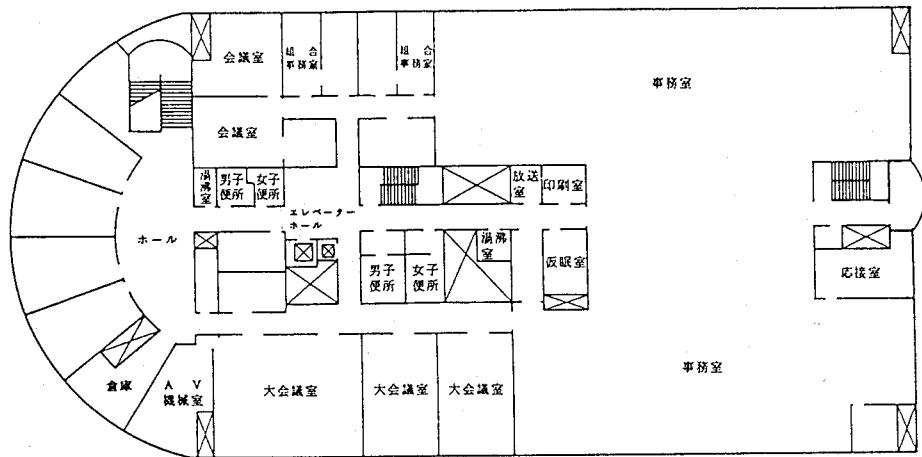
地下1階



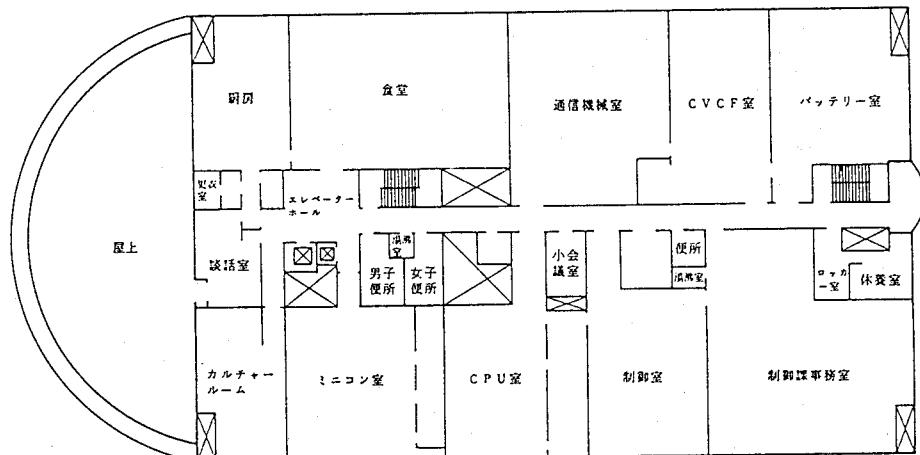
1階

図3-2 T社東村山総合社屋の平面図

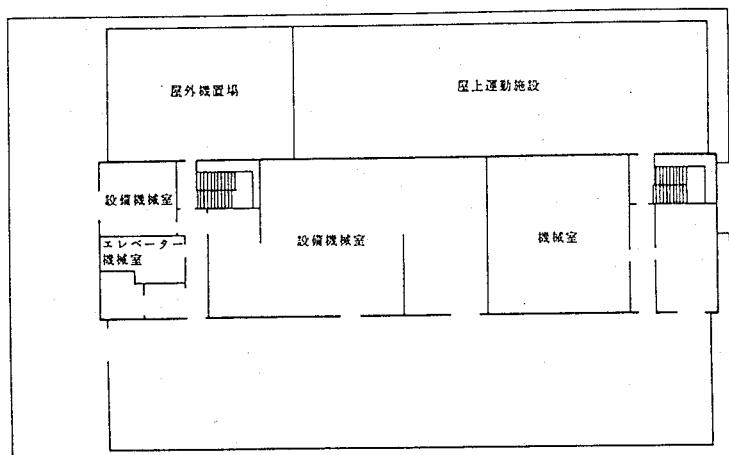
S=1:600



2 階



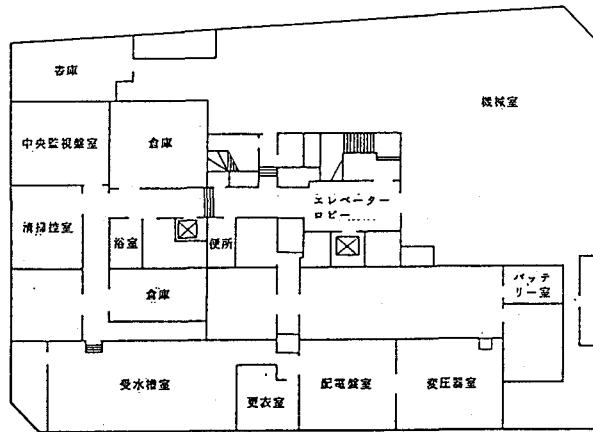
3 階



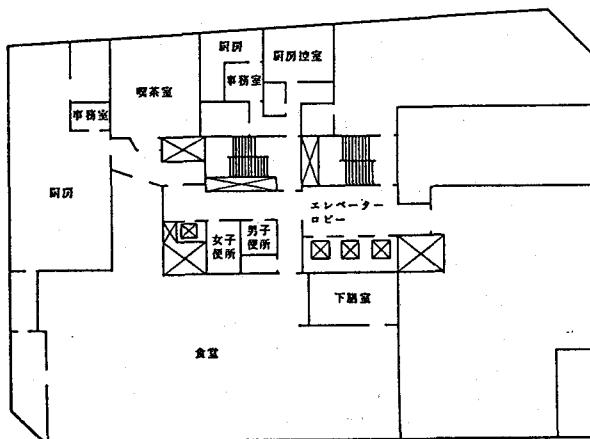
4 階

図3-2 T社東村山総合社屋の平面図（続き）

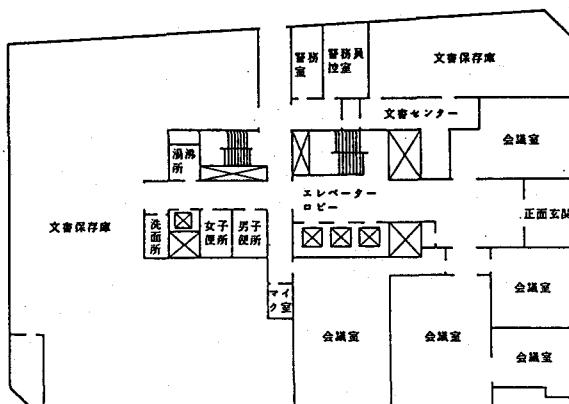
S = 1 : 600



地下2階

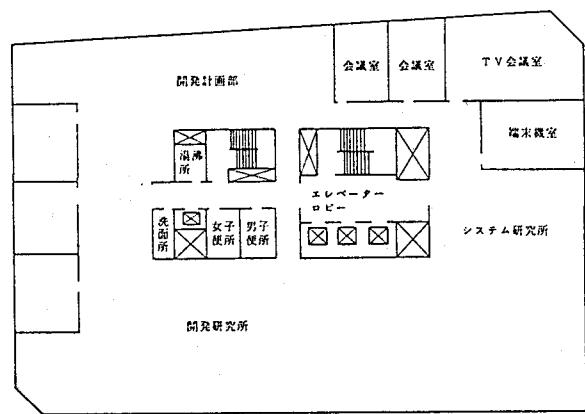


地下1階

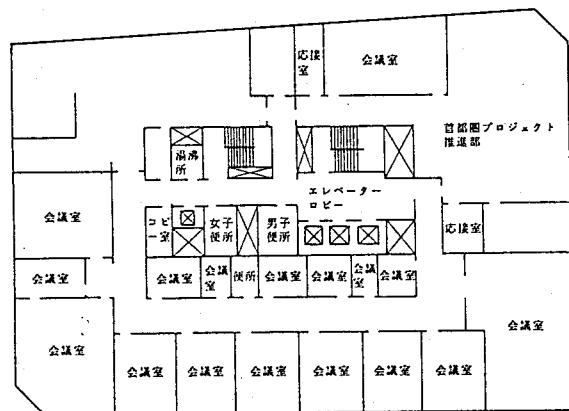


1階

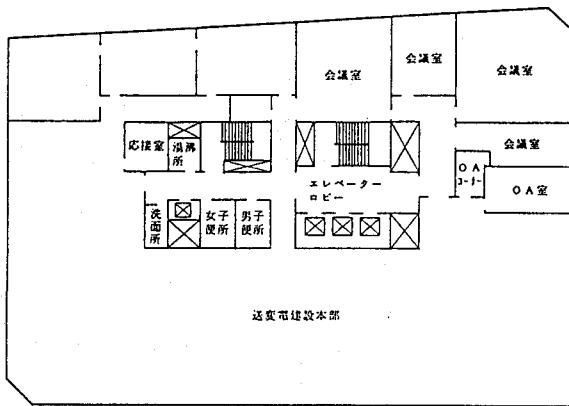
図3-3 T社本社別館の平面図 S=1:600



2 階



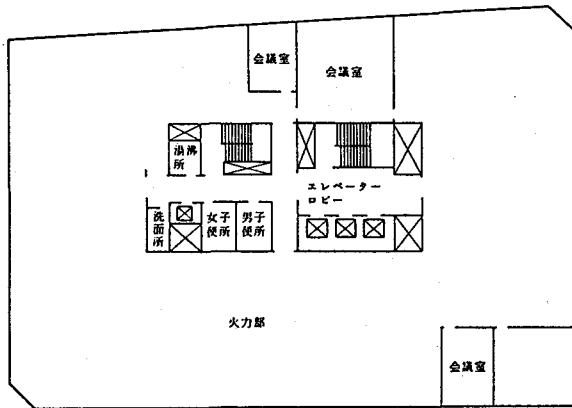
3 階



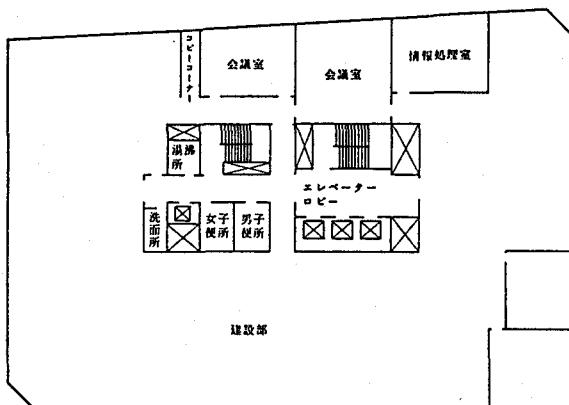
4 階

図 3-3 T社本社別館の平面図（続き）

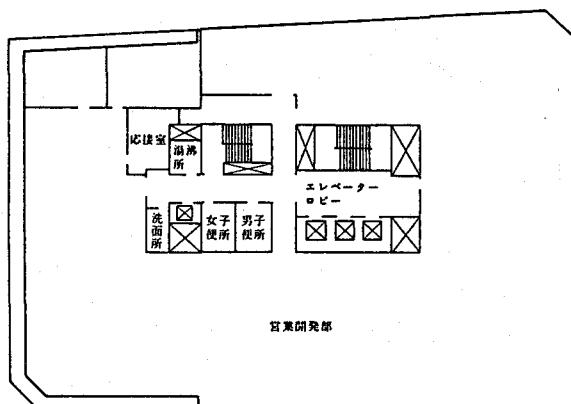
S=1:600



5 階



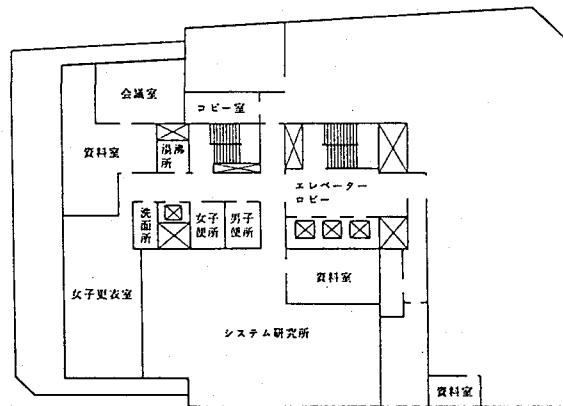
6 階



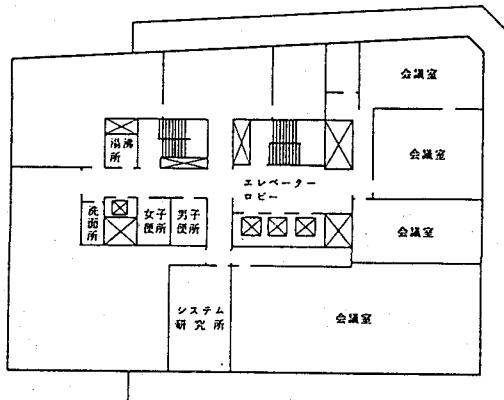
7 階

図3-3 T社本社別館の平面図（続き）

S=1:600



8 階



9 階

図 3-3 T社本社別館の平面図（続き） S=1:600

3.2 調査結果

設問1（非常時の避難方法と役割）、設問2（勤務階）、設問4（性別、年齢、職階、勤務月数）に対する回答の単純集計結果をまとめたのが、表3-2である。以下、順にアンケートの回答結果を考察する。

(1) 回答者の属性

回答者の性別は、男性が全体の約80～90%を占める（図3-4）。年令層は、本社別館、多摩支店、東村山総合社屋の順に高い（図3-5）。

職階別にみると、本社別館では一般職が約半数で、管理職の割合が高いが、多摩支店と東村山総合社屋では、一般職が70%以上を占める（図3-6）。

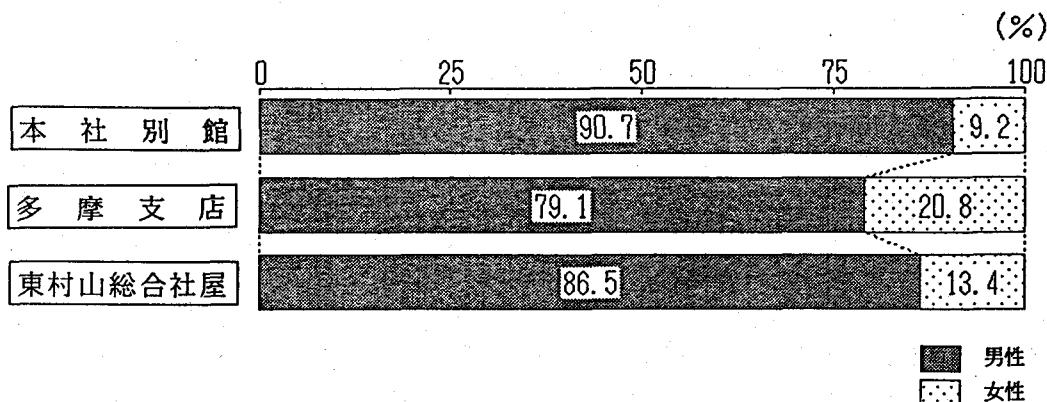


図3-4 アンケート回答者の男女構成比

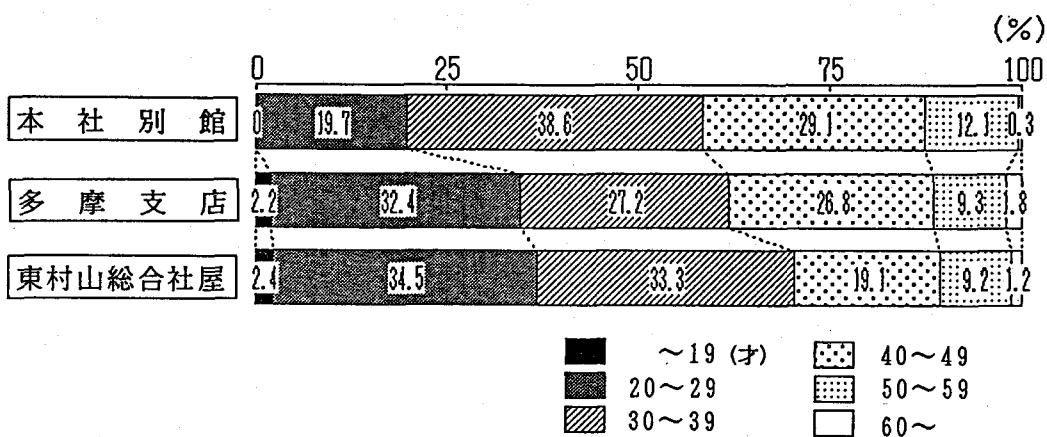


図3-5 アンケート回答者の年令構成比

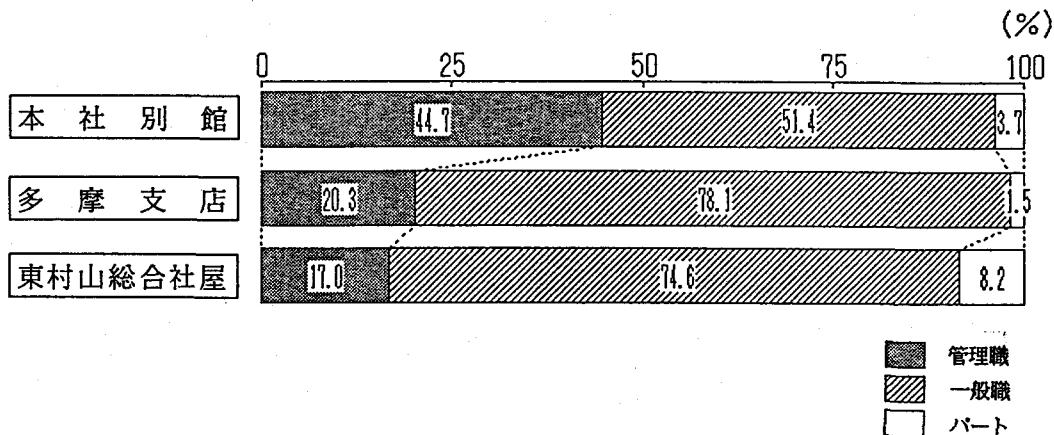


図3-6 アンケート回答者の職階構成比

(2) 非常時の避難・防災に対する意識

建物の安全性は、防災設備というハード面を充実しただけでは不十分であり、むしろ各人が非常時の避難方法を日頃から考えているか、また非常時の役割が決まっているかというソフト面の対策も重要である。ここでは、このような非常時の避難・防災に対する意識をたずねた設問1の結果を分析した。

a. 避難に対する日頃の意識について（設問1.(1)(2)）

①どの建物でも約半数の人が、日頃から避難方法を考えていると答えている（図3-7、表3-2）。

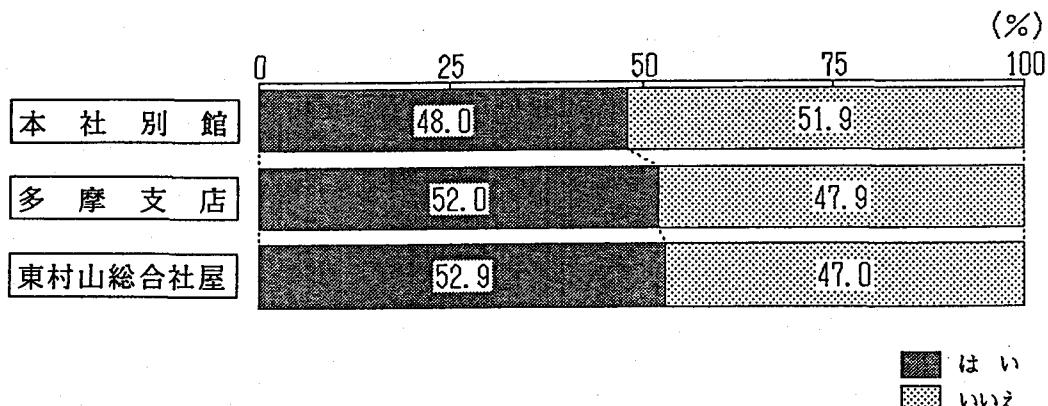


図3-7 「日頃から避難方法を考えているか」（設問1.(1)）に対する回答

表3-2 設問1と4に対する回答の単純集計結果

設問	回答	回答者数(人)		
		本社別館	多摩支店	東村山
1.(1)避難方法について日頃から考えているか	a.はい	289(48.0%)	142(52.0%)	91(52.9%)
	b.いいえ	313(52.0%)	131(48.0%)	81(47.1%)
	不明	0(0.0%)	0(0.0%)	1(0.0%)
	合計	602	273	172
1.(2)考えている避難方法	a.避難階段	247(85.2%)	124(87.3%)	62(67.4%)
	b.エレベーター	2(0.7%)	0(0.0%)	1(0.0%)
	c.動かず	14(2.3%)	5(3.5%)	1(1.1%)
	d.その他	26(4.3%)	12(8.5%)	28(30.4%)
	不明	1(0.3%)	1(0.7%)	1(1.1%)
	非該当	312	131	80
1.(3)非常時の役割が決まっているか	合計	602	273	172
	a.はい	114(19.0%)	74(27.1%)	75(43.6%)
	b.いいえ	487(81.0%)	198(72.5%)	97(56.4%)
	不明	1(0.2%)	1(0.4%)	0(0.0%)
1.(4)決まっている非常時の役割	合計	602	273	172
	a.通報	6(5.2%)	3(4.0%)	3(3.9%)
	b.消火活動	19(16.5%)	27(36.0%)	31(40.8%)
	c.避難誘導	28(24.3%)	27(36.0%)	12(15.8%)
	d.排煙レバー	1(0.9%)	1(1.3%)	0(0.0%)
	e.防火戸閉鎖	0(0.0%)	1(1.3%)	0(0.0%)
	f.貴重品管理	25(21.7%)	9(12.0%)	15(19.7%)
	g.その他	34(29.6%)	7(9.3%)	14(18.4%)
	不明	4(3.5%)	1(1.3%)	1(1.3%)
	非該当	487	198	96
1.(5)非常時の役割が決まっていない人はどのような行動をするつもりか	合計	602	273	172
	a.自主的行動	56(11.5%)	21(10.6%)	12(12.4%)
	b.手助け	74(15.2%)	24(12.1%)	13(13.4%)
	c.指示を待つ	216(44.3%)	103(51.8%)	45(46.4%)
	d.ついて行く	39(8.0%)	14(7.0%)	8(8.2%)
	e.自分の判断	119(24.4%)	39(19.6%)	22(22.7%)
	f.その他	4(0.8%)	1(0.5%)	1(1.0%)
	不明	6(1.2%)	2(1.0%)	0(0.0%)
合計	非該当	114	74	75
	合計	602	273	172
	合計	602	273	172

表3-2 設問1と4に対する回答の単純集計結果(続き)

質問	回答	回答者数(人)		
		本社別館	多摩支店	東村山
2.(1)勤務階	9階	8(1.3%)	—	—
	8階	80(13.3%)	—	—
	7階	124(20.6%)	7(2.6%)	—
	6階	95(15.8%)	18(6.6%)	—
	5階	92(15.3%)	29(10.6%)	—
	4階	66(11.0%)	8(2.9%)	—
	3階	36(6.0%)	93(34.1%)	11(6.4%)
	2階	101(16.6%)	51(18.7%)	72(41.9%)
	1階	67(24.5%)	89(51.7%)	—
4.(1)性別	男	539(89.5%)	213(78.0%)	141(82.0%)
	女	55(9.1%)	56(20.5%)	22(12.8%)
	不明	8(1.3%)	4(1.5%)	9(5.2%)
	非該当	0	0	0
	合計	602	273	172
4.(2)年齢	~20	0(0.0%)	6(2.2%)	4(2.3%)
	20~29	114(18.9%)	87(31.9%)	56(32.6%)
	30~39	223(37.0%)	73(26.7%)	54(31.4%)
	40~49	168(27.9%)	72(26.4%)	31(18.0%)
	50~59	70(11.6%)	25(9.2%)	15(8.7%)
	60~	2(0.3%)	5(1.8%)	2(1.2%)
	不明	25(4.2%)	5(1.8%)	10(5.8%)
4.(3)職階	合計	602	273	172
	管理職	259(43.0%)	54(19.8%)	27(15.7%)
	一般職	298(49.5%)	207(75.8%)	118(68.6%)
	委託員・パート	22(3.7%)	4(1.5%)	13(7.6%)
	不明	23(3.8%)	8(2.9%)	14(8.1%)
	合計	602	273	172

表3-2 設問1と4に対する回答の単純集計結果（続き）

質問	回答（月）	回答者数（人）		
		本社別館	多摩支店	東村山
4.(4)勤務月数	1~18	285(47.3%)		
	19~36	130(21.6%)		
	37~54	90(15.0%)		
	55~72	42(7.0%)		
	73~90	12(2.0%)		
	91~108	7(1.2%)		
	109~	10(1.7%)		
	不明	26(4.3%)		
	合計	602		
5.(4)勤務月数	1~4		18(6.6%)	
	5~8		22(8.1%)	
	9~12		48(17.6%)	
	13~16		163(59.7%)	
	17~20		10(3.7%)	
	21~		7(2.6%)	
	不明		5(1.8%)	
	合計		273	
	1~3			20(11.6%)
6.(4)勤務月数	4~6			138(80.2%)
	7~9			4(2.3%)
	10~			2(1.2%)
	不明			8(4.7%)
	合計			172

- ②2階以上の階に勤務している人が考えている避難方法は「避難階段」がほとんどで、「エレベーター」と答えた人は、ほとんどいない（図3-8）。
- ③日頃から避難方法を考えている人の割合は、勤務階による差がみられない（表3-3～表3-5）。図3-9は、最も高層である本社別館の結果であるが、多摩支店、東村山総合社屋でも勤務階による差がみられなかった。この理由としては、いずれの調査建物も、階数による差をみるには低すぎること、および比較的規模が小さい、避難経路が単純である、館内人口密度が低いことなどが考えられるため、超高層ビルで同様の調査を行えば、興味深い

結果が得られるであろう。

④職階別にみると、管理職では60～80%が日頃から避難方法を考えているが、一般職では50%以下であり、管理職のほうが割合が高くなる傾向が見られる（図3-10、表3-6～表3-8）。

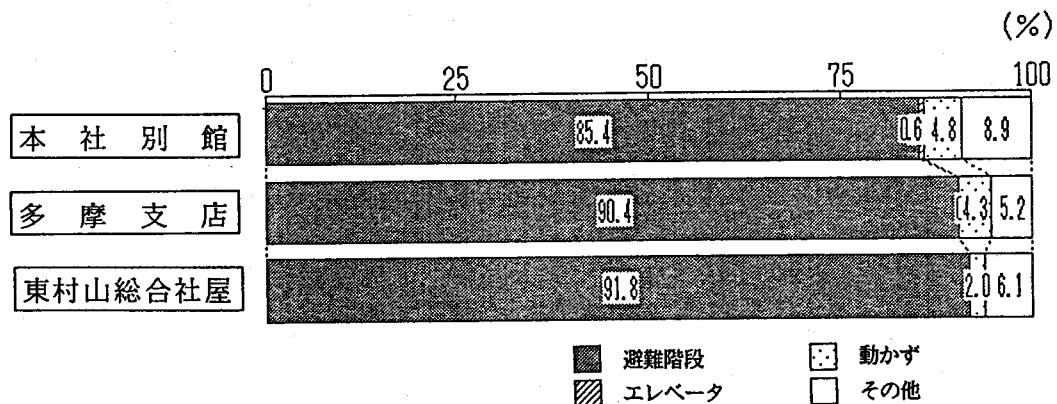


図3-8 「日頃から考えている避難方法」（設問1.(2)）に対する回答

表3-3 勤務階別にみた設問1.(1)に対する回答者数
(多摩支店)

勤務階	日頃から避難方法を考えているか		
	全 体	は い	い え
全 体	273	142(52.0%)	131(48.0%)
1 階	67	26(38.8%)	41(61.2%)
2 階	51	37(72.5%)	14(27.5%)
3 階	93	51(54.8%)	42(45.2%)
4 階	8	6(75.0%)	2(25.0%)
5 階	29	12(41.4%)	17(58.6%)
6 階	18	6(33.3%)	12(66.7%)
7 階	7	4(57.1%)	3(42.9%)

表3-4 勤務階別にみた設問1.(1)に対する回答者数
(東村山総合社屋)

勤務階	日頃から避難方法を考えているか		
	全 体	は い	いいえ
全 体	172	91(52.9%)	81(47.1%)
1 階	89	42(47.2%)	47(52.8%)
2 階	72	43(59.7%)	29(40.3%)
3 階	11	6(54.5%)	5(45.5%)

表3-5 勤務階別にみた設問1.(1)に対する回答者数
(本社別館)

勤務階	日頃から避難方法を考えているか		
	全 体	は い	いいえ
全 体	602	289(48.0%)	313(52.0%)
2 階	101	47(46.5%)	54(53.5%)
3 階	36	22(61.1%)	14(38.9%)
4 階	66	35(53.0%)	31(47.0%)
5 階	92	51(55.4%)	41(44.6%)
6 階	95	51(53.7%)	44(46.3%)
7 階	124	49(39.5%)	75(60.5%)
8 階	80	30(37.5%)	50(62.5%)
9 階	8	4(50.0%)	4(50.0%)

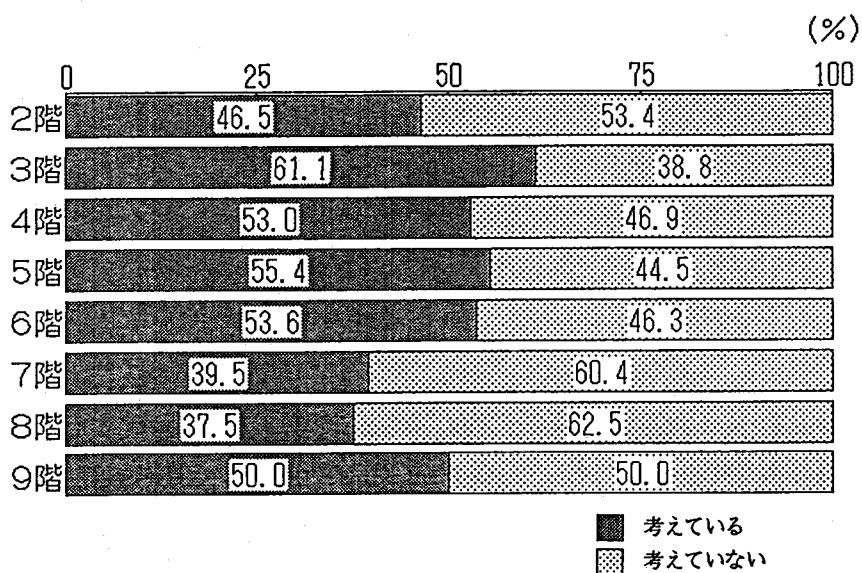


図3-9 勤務階別にみた設問1.(1)に対する回答（本社別館）

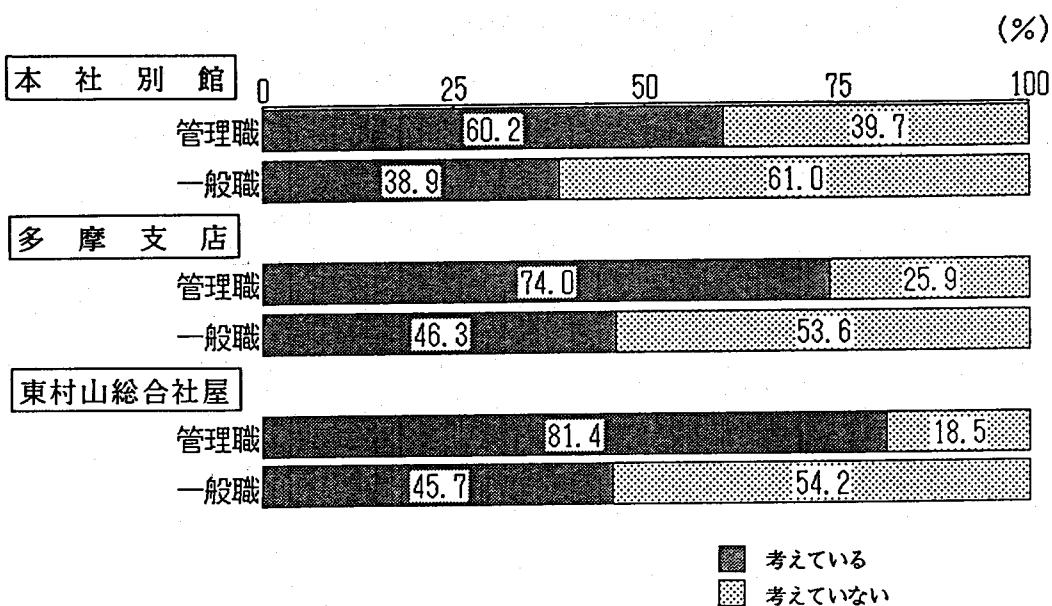


図3-10 職階別にみた設問1.(1)に対する回答

表3-6 職階別にみた設問1.(1)に対する回答者数
(多摩支店)

職 階	日頃から避難方法を考えているか		
	全 体	は い	い いえ
全 体	273	142(52.0%)	131(48.0%)
管理職	54	40(74.1%)	14(25.9%)
一般職	207	96(46.4%)	111(53.6%)
委託員・パート	4	3(75.0%)	1(25.0%)
不 明	8	3(37.5%)	5(62.5%)

表3-7 職階別にみた設問1.(1)に対する回答者数
(東村山総合社屋)

職 階	日頃から避難方法を考えているか		
	全 体	は い	い いえ
全 体	172	91(52.9%)	81(47.1%)
管理職	27	22(81.5%)	5(18.5%)
一般職	118	54(45.8%)	64(54.2%)
委託員・パート	13	6(46.2%)	7(53.8%)
不 明	14	9(64.3%)	5(35.7%)

表3-8 職階別にみた設問1.(1)に対する回答者数
(本社別館)

職 階	日頃から避難方法を考えているか		
	全 体	は い	い いえ
全 体	602	289(48.0%)	313(52.0%)
管理職	259	156(60.2%)	103(39.8%)
一般職	298	116(38.9%)	182(61.1%)
委託員・パート	22	5(22.7%)	17(77.3%)
不 明	23	12(52.2%)	11(47.8%)

⑤年令別にみると、若年層のほうが高年令層よりも避難方法を考えている人の割合が低く、20才代の人では30%以下となつた（図3-11、表3-9～表3-11）。これは、高年令層に管理職が多いことも関係している。

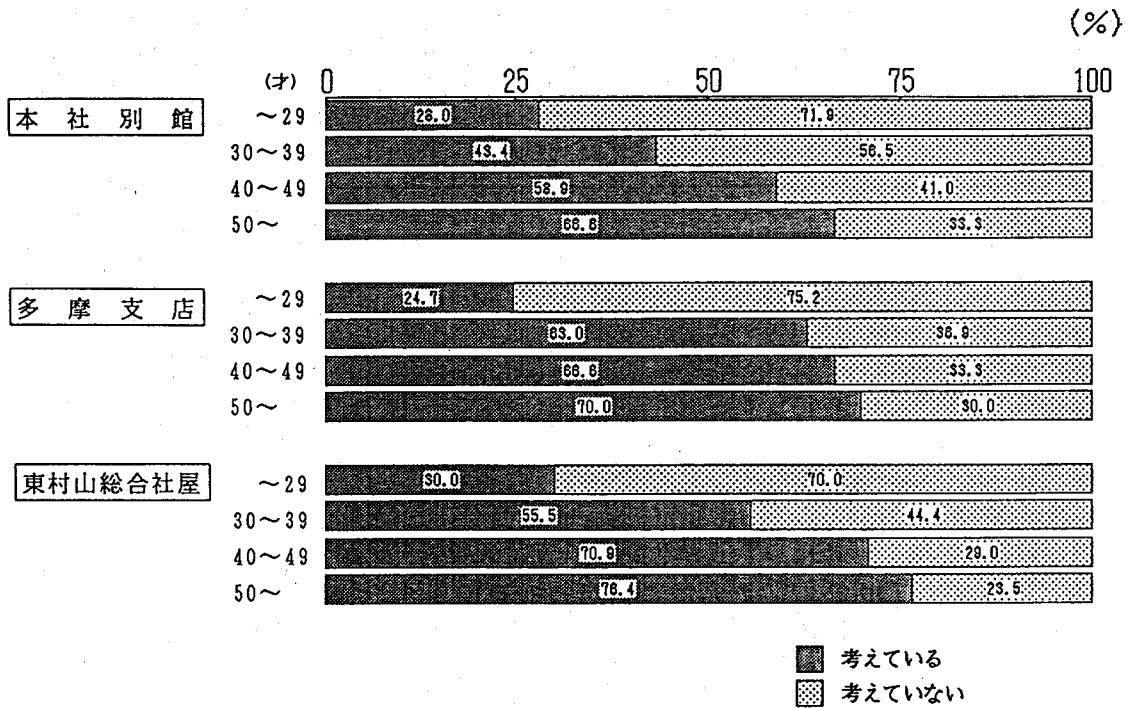


図3-11 年令別にみた設問1.(1)に対する回答

表3-9 年令別にみた設問1.(1)に対する回答者数（多摩支店）

年令 (才)	日頃から避難方法を考えているか		
	全體	はい	いいえ
全體	273	142(52.0%)	131(48.0%)
~19	6	0(0.0%)	6(100%)
20~29	87	23(26.4%)	64(73.6%)
30~39	73	46(63.0%)	27(37.0%)
40~49	72	48(66.7%)	24(33.3%)
50~59	25	18(72.0%)	7(28.0%)
60~	5	3(60.0%)	2(40.0%)
不明	5	4(80.0%)	1(20.0%)

表3-10 年令別にみた設問1.(1)に対する回答者数

(東村山総合社屋)

年 令 (才)	日頃から避難方法を考えているか		
	全 体	は い	いいえ
全 体	172	91(52.9%)	81(47.1%)
~19	4	1(25.0%)	3(75.0%)
20~29	56	17(30.4%)	39(69.6%)
30~39	54	30(55.6%)	24(44.4%)
40~49	31	22(71.0%)	9(29.0%)
50~59	15	11(73.3%)	4(26.7%)
60~	2	2(100%)	0(0.0%)
不 明	10	8(80.0%)	2(20.0%)

表3-11 年令別にみた設問1.(1)の回答者数(本社別館)

年 令 (才)	日頃から避難方法を考えているか		
	全 体	は い	いいえ
全 体	602	289(48.0%)	313(52.0%)
~19	0	0(0.0%)	0(0.0%)
20~29	114	32(28.1%)	82(71.9%)
30~39	223	97(43.5%)	126(56.5%)
40~49	168	99(58.9%)	69(41.1%)
50~59	70	46(65.7%)	24(34.3%)
60~	2	2(100%)	0(0.0%)
不 明	25	13(52.0%)	12(48.0%)

⑥男女別にみると、女性のほうが日頃から避難方法を考えている人の割合が低いように見える(図3-12、表3-12~表3-14)。しかし、女性の約75%が20才代で、平均年令が男性よりもかなり低いため、上記⑤の結果を考慮すると、女性のほうが割合が低いとは断定できない。そこで、20才代の男女だけを取り出し、意識を比較した結果、20才代ではほとんど男女差がないことがわかった(図3-13、表3-15、表3-16)。他の年令層は女性のデータが少なかったので、このような比較ができなかつたが、実際の男女差は図3-12の結果ほどは開いていないと推定される。

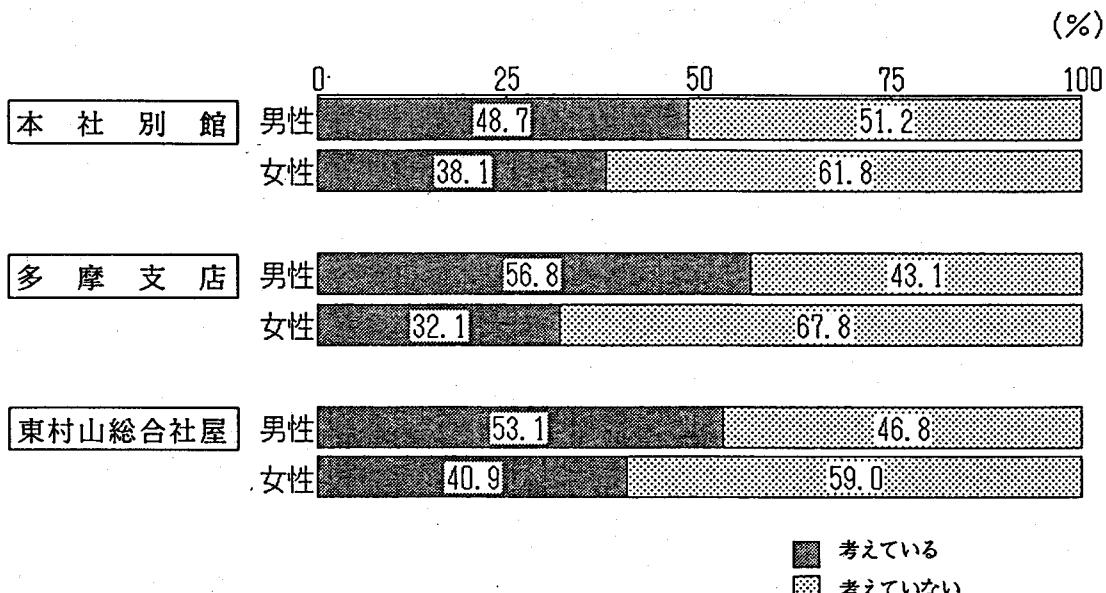


図3-12 男女別にみた「日頃から避難方法を考えているか」の回答

表3-12 男女別にみた設問1.(1)に対する回答者数
(多摩支店)

男女別	日頃から避難方法を考えているか		
	全 体	は い	い え
全 体	273	142(52.0%)	131(48.0%)
男	213	121(56.8%)	92(43.2%)
女	56	18(32.1%)	38(67.9%)
不 明	4	3(75.0%)	1(25.0%)

表3-13 男女別にみた設問1.(1)に対する回答者数
(東村山総合社屋)

男女別	日頃から避難方法を考えているか		
	全 体	は い	い え
全 体	172	91(52.9%)	81(47.1%)
男	141	75(53.2%)	47(46.8%)
女	22	9(40.9%)	29(59.1%)
不 明	9	7(77.8%)	5(22.2%)

表3-14 年令別にみた設問1.(1)に対する回答者数
(本社別館)

男女別	日頃から避難方法を考えているか		
	全體	はい	いいえ
全體	602	289(48.0%)	313(52.0%)
男	539	263(48.8%)	276(51.2%)
女	55	21(38.2%)	34(61.8%)
不明	8	5(62.5%)	3(37.5%)

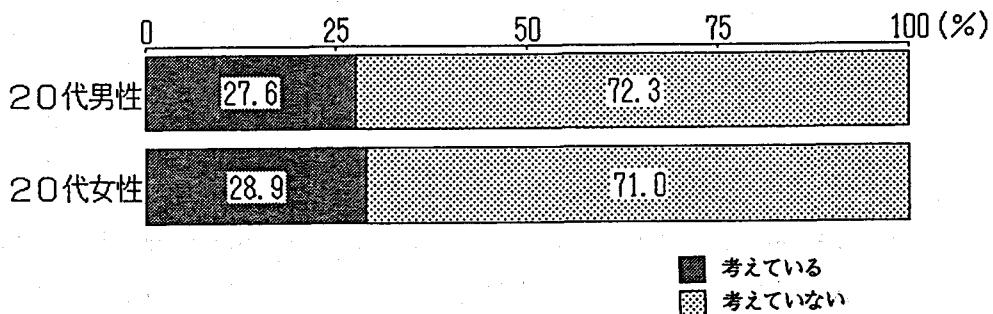


図3-13 20才代男女の設問1.(1)に対する回答

表3-15 年令別にみた設問1.(1)に対する
回答者数（男性）

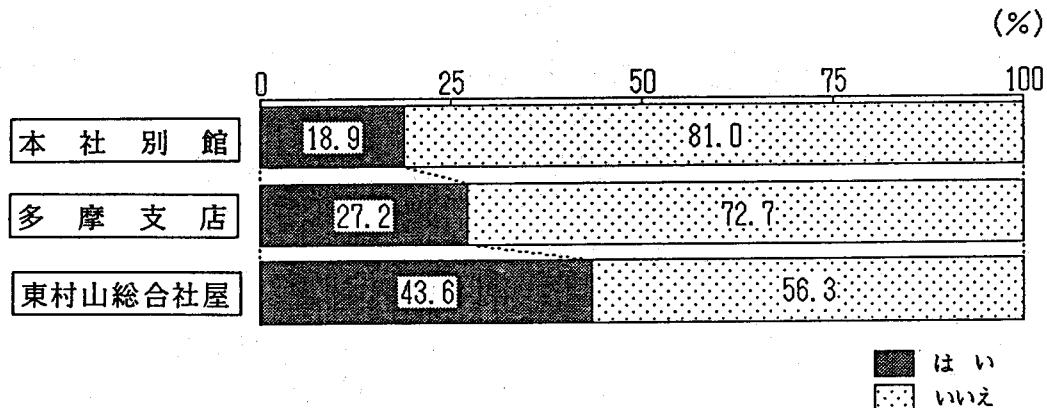
年令 (才)	日頃から避難方法を考えているか		
	全體	はい	いいえ
全體	539	263(48.8%)	276(51.2%)
~19	0	0(0.0%)	0(0.0%)
20~29	76	21(27.6%)	55(72.4%)
30~39	216	92(42.6%)	124(57.4%)
40~49	163	96(58.9%)	67(41.1%)
50~59	69	45(27.6%)	24(34.8%)
60~	2	2(42.6%)	0(0.0%)
不明	13	7(58.9%)	6(46.2%)

表3-16 年令別にみた設問1.(1)に対する
回答者数(女性)

年 令 (才)	日頃から避難方法を考えているか		
	全 体	は い	いいえ
全 体	55	21(38.2%)	34(61.8%)
~19	0	0(0.0%)	0(0.0%)
20~29	38	11(28.9%)	27(71.1%)
30~39	7	5(71.4%)	2(28.6%)
40~49	5	3(60.0%)	2(40.0%)
50~59	1	1(100.0%)	0(0.0%)
60~	0	0(0.0%)	0(0.0%)
不 明	4	1(25.0%)	3(75.0%)

b. 非常時の役割について（設問1.(3)(4)(5)）

①「非常時の役割が決まっているか」の回答割合は、東村山総合社屋（43.6%）が本社別館（18.9%）の2倍以上になる（図3-14）。役割が決まっていると答えた人の役割の構成比を、図3-15に示す。



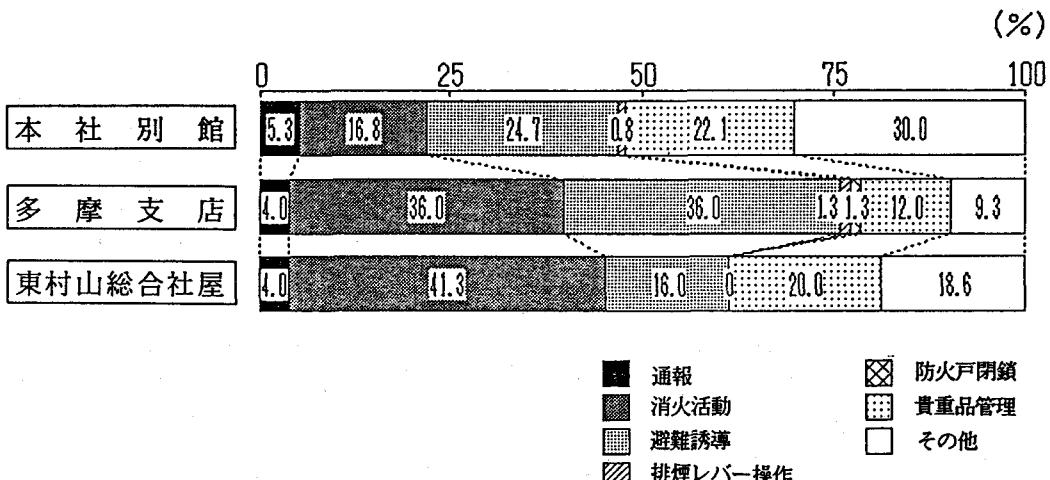


図3-15 決まっている非常時の役割の構成比

②非常時の役割は、「消火活動」「避難誘導」「貴重品管理」と答えた人が多く、これらの合計だけで60%以上を占める（表3-17～表3-19）。本社別館では、「その他」と答えた人が非常時の役割が決まっている人の29%を占めるが、その内訳は「全体の指揮をとる」と答えた人が多かった。また、「避難誘導」と答えた人の割合は、東村山総合社屋が15.8%で、多摩支店（35.5%），本社別館（23.9%）と比べて低い。これは、東村山総合社屋が低層であることと、避難動線が明快であるため、特に避難誘導をする必要性が感じられていためであろう。

表3-17 設問1.(4)に対する回答者数（多摩支店）

勤務階	回答者数	非常時の役割							
		通報	消火	誘導	閉鎖	排煙	管理	他	不明
全体	273	3	27	27	1	1	9	7	1
1 F	67	0	7	9	0	0	3	3	0
2 F	51	1	7	6	1	0	2	2	0
3 F	93	1	10	6	0	1	3	3	1
4 F	8	0	0	1	0	0	0	0	0
5 F	29	1	1	2	0	0	0	0	0
6 F	18	0	1	3	0	0	1	1	0
7 F	7	0	1	0	0	0	0	0	0

表3-18 設問1.(4)に対する回答者数(東村山総合社屋)

勤務階	回答 者数	非常時の役割						
		通報	消火	誘導	閉鎖	排煙	管理	他
全体	172	3	31	12	0	0	15	14
1 F	89	1	1	4	0	0	3	4
2 F	72	2	2	7	0	0	11	10
3 F	11	0	0	1	0	0	1	0

表3-19 設問1.(4)に対する回答者数(本社別館)

勤務階	回答 者数	非常時の役割						
		通報	消火	誘導	閉鎖	排煙	管理	他
全体	602	6	19	28	1	0	25	34
2 F	101	1	5	3	1	0	3	4
3 F	36	0	1	2	0	0	2	0
4 F	66	0	4	1	0	0	1	8
5 F	92	2	4	7	0	0	6	5
6 F	95	2	1	6	0	0	5	13
7 F	124	0	3	5	0	0	4	0
8 F	80	1	1	3	0	0	3	1
9 F	8	0	0	1	0	0	1	0

③非常時の役割が決まっていない人が非常時にとる行動は、いずれも「指示を待つ」が圧倒的に多く、次いで「他の人の手助け」「自分の判断で行動」が多かった(図3-16)。

④非常時の役割が決まっている人と避難方法を考えている人の関係を見るため、設問1.(1)と(3)のクロス集計を行った結果、非常時の役割が決まっている人のほうが、日頃の避難方法を考えている人の割合が高い傾向がみられた(図3-17、表3-20～表3-22)。

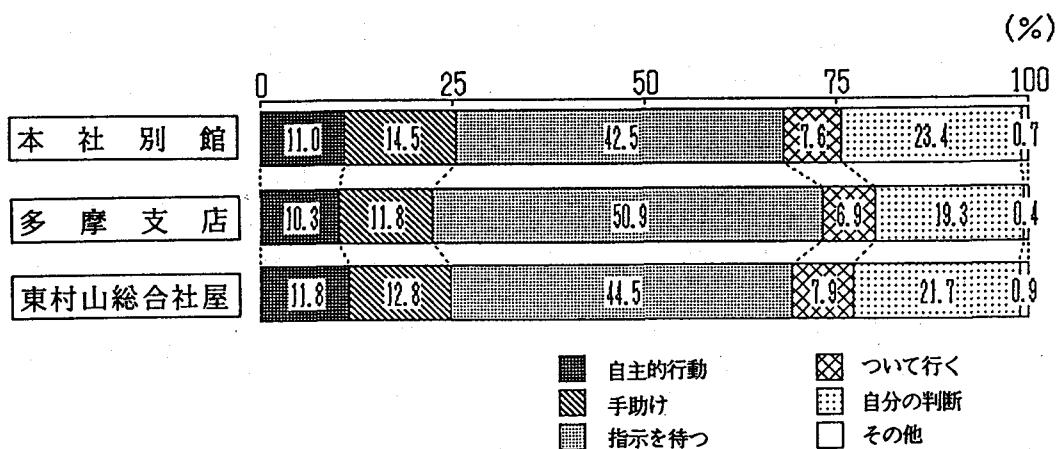


図3-16 非常時の役割が決まっていない人が
非常時にとる行動についての回答

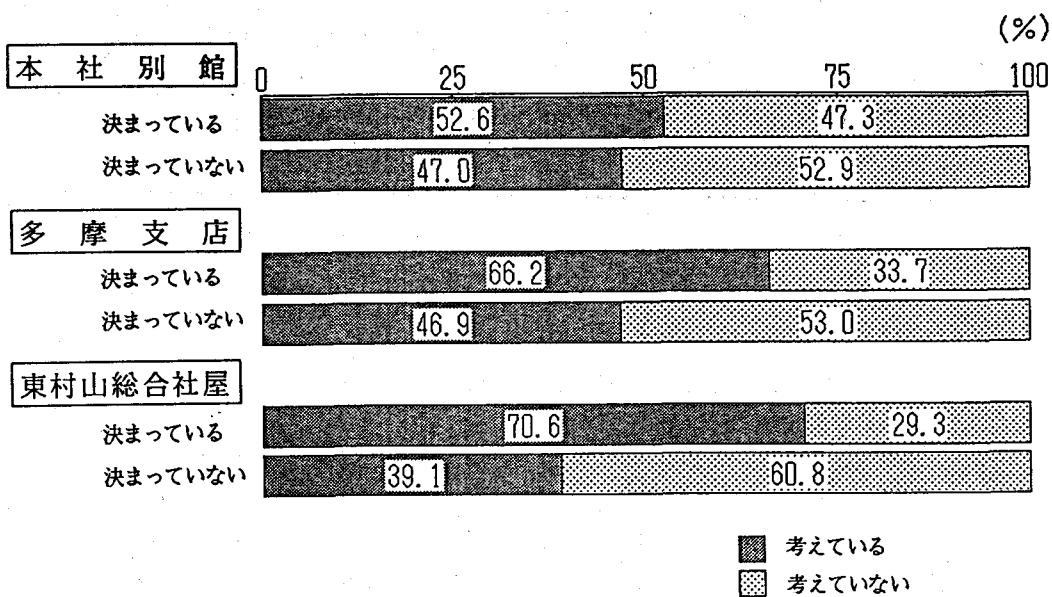


図3-17 「日頃から避難方法を考えているか」(設問1.(1))と「非常時の役割が決まっているか」(設問1.(3))の回答の関係

表3-20 設問1.(1)と(3)の回答のクロス集計結果
(多摩支店)

避難方法を 考へているか	非常時の役割が決まっているか		
	全 体	は い	い いえ
全 体	273	142(52.0%)	131(48.0%)
は い	74	49(66.2%)	25(33.8%)
い いえ	198	93(47.0%)	105(53.0%)
不 明	1	0	1

表3-21 設問1.(1)と(3)の回答のクロス集計結果
(東村山総合社屋)

避難方法を 考へているか	非常時の役割が決まっているか		
	全 体	は い	い いえ
全 体	172	91(52.9%)	81(47.1%)
は い	75	53(70.7%)	22(29.3%)
い いえ	97	38(39.2%)	59(60.8%)
不 明	0	0	0

表3-22 設問1.(1)と(3)のクロス集計結果
(本社別館)

非常時の役割が 決まっているか	日頃から避難方法を考えているか		
	全 体	は い	い いえ
全 体	602	289(48.0%)	313(52.0%)
は い	114	60(52.6%)	54(47.4%)
い いえ	487	229(47.0%)	258(53.0%)
不 明	1	0	1

(3) 階移動の手段

a. 出勤時および退社時の階移動の手段（設問2.(2)(3)）

1) 多摩支店（図3-18, 表3-23, 表3-24）

①出勤時および退社時のいずれにおいても、勤務階が上階になるほど階段利用率が遞減していくが、特に勤務階が2階と3階（すなわち移動階数が1と2）の間で、階段利用率が急激に低下する。これは、出退社時にはエレベーターが混雑するので、移動階数が1階ですむ2階の勤務者が混雑を避けて階段を使うためであると考えられる。

②同じ移動階数を比較すると、上階への移動時（出勤時）と下階への移動時（退社時）の階段利用率の差は小さい。

2) 東村山総合社屋

階段利用率は、出勤時・退社時のいずれも100%であった。これは、建物自体が低層で、事務室が1～3階にしかないためであろう。

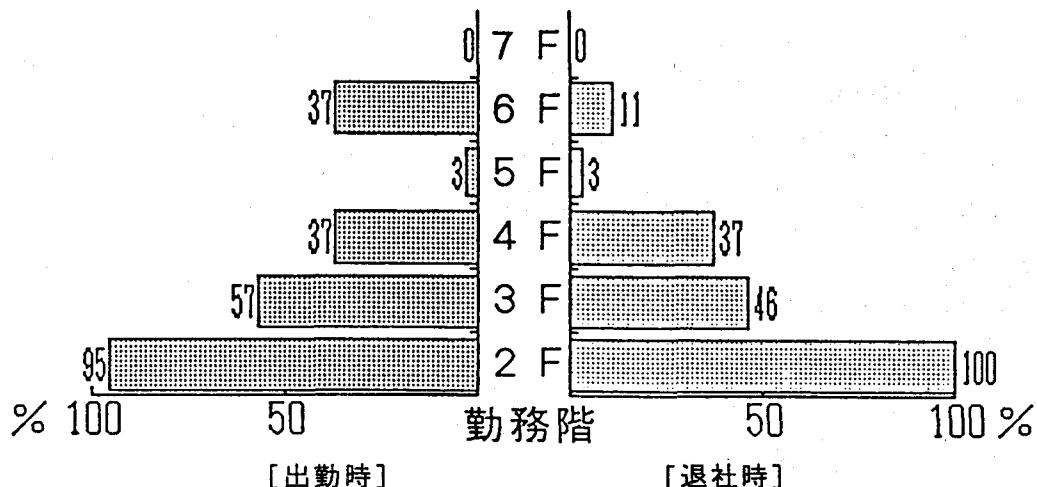


図3-18 勤務階別にみた出勤および退社時の階段利用率（多摩支店）

表3-23 出勤時の階移動手段と階段利用率（多摩支店）

勤務階	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
2 F	51	47	2	2	95.9
3 F	93	51	38	4	57.3
4 F	8	3	5	0	37.5
5 F	29	1	28	0	3.4
6 F	17	6	10	2	37.5
7 F	7	0	7	0	0.0
合 計	205	108	90	7	54.5

表3-24 退社時の階移動手段と階段利用率（多摩支店）

勤務階	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
2 F	51	51	0	3	100.0
3 F	93	42	48	0	46.7
4 F	8	3	5	0	37.5
5 F	29	1	28	0	3.4
6 F	17	2	16	0	11.1
7 F	7	0	6	0	0.0
合 計	205	99	103	3	49.0

3) 本社別館（図3-19, 表3-25, 表3-26）

①出勤時および退社時のいずれにおいても、勤務階が上階になるにつれて階段利用率が低下していくが、特に勤務階が3階と4階（すなわち移動階数が2と3）の間で階段の利用率が大きく低下する。これは、多摩支店と同じ理由によるが、階段利用率が急に低下するポイントが多摩支店よりも1階だけ大きいのは、多摩支店よりもピーク時の集中人数が多いことが関係していると思われる。

②同じ移動階数であれば、上階移動（出勤時）と下階移動（退社時）の階段利用率の差は小さい。

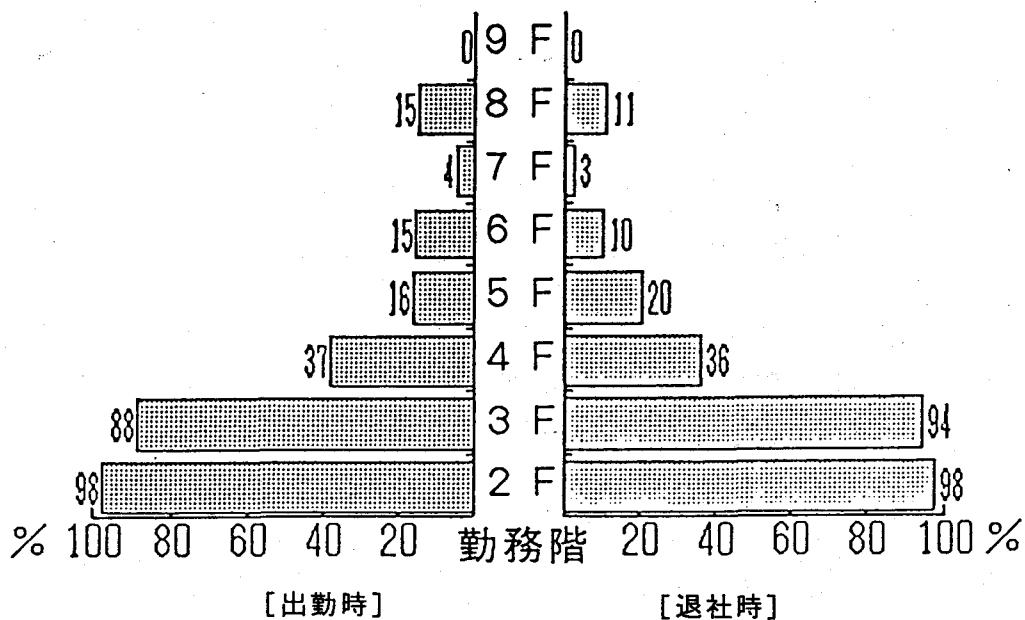


図3-19 勤務階別にみた出勤および退社時の階段利用率（本社別館）

表3-25 出勤時の階移動手段と階段利用率（本社別館）

勤務階	全 体	階 段	リバータ-	不 明	階段利用率(%)
2 F	101	99	2	0	98.0
3 F	36	32	4	0	88.9
4 F	66	25	41	0	37.9
5 F	92	15	76	1	16.5
6 F	95	15	80	0	15.8
7 F	124	6	117	1	4.9
8 F	80	12	68	0	15.0
9 F	8	0	8	0	0.0
合 計	602	204	396	2	34.0

表3-26 退社時の階移動手段と階段利用率（本社別館）

勤務階	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
2 F	101	99	2	0	98.0
3 F	36	34	2	0	94.4
4 F	66	24	42	0	36.4
5 F	92	19	73	0	20.7
6 F	95	10	85	0	10.5
7 F	124	4	120	0	3.2
8 F	80	9	71	0	11.3
9 F	8	0	8	0	0.0
合 計	602	199	403	0	33.1

b. 勤務中の階移動時の移動手段（設問2.(4)）²⁾

1) 多摩支店

- ①勤務中の階移動においても出退社時と同様、上り下りとも移動階数が大きくなるにつれて、階段利用率が急激に低下する（図3-20、表3-27）。特に、上階移動の場合は移動階数が3以上になると階段利用率が非常に小さくなり、このあたりに階段の日常利用の限界があると考えられる。
- ②下階への移動階数の増大による階段利用率の低下は、上階への移動に比べると、ゆるやかである。

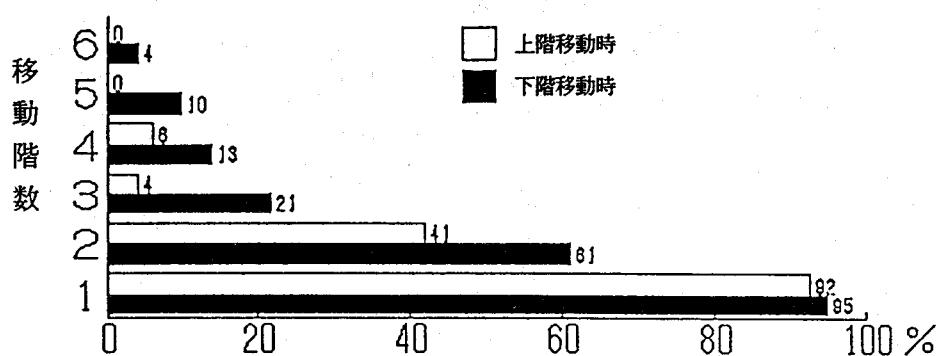


図3-20 勤務中の階移動時の移動階数と階段利用率の関係（多摩支店）

表3-27 勤務中の階移動手段と階段利用率（多摩支店）

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
+ 1	247	228	18	1	92.7
+ 2	198	83	111	4	41.9
+ 3	97	4	93	0	4.1
+ 4	66	4	61	1	6.4
+ 5	30	0	30	0	0.0
+ 6	24	0	23	1	0.0
合 計	662	319	336	7	48.7
- 1	247	223	12	2	95.1
- 2	198	118	75	5	61.1
- 3	97	21	76	0	21.6
- 4	66	9	56	1	13.8
- 5	30	3	27	0	10.0
- 6	24	1	23	0	4.2
合 計	662	375	269	8	57.3

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

③男女別にみると、上階下階へのいずれの移動においても、概して男性のほうが階段利用率が高いが（図3-21、表3-28、表3-29），年令による顕著な差はみられない（図3-22、表3-30～表3-32）。

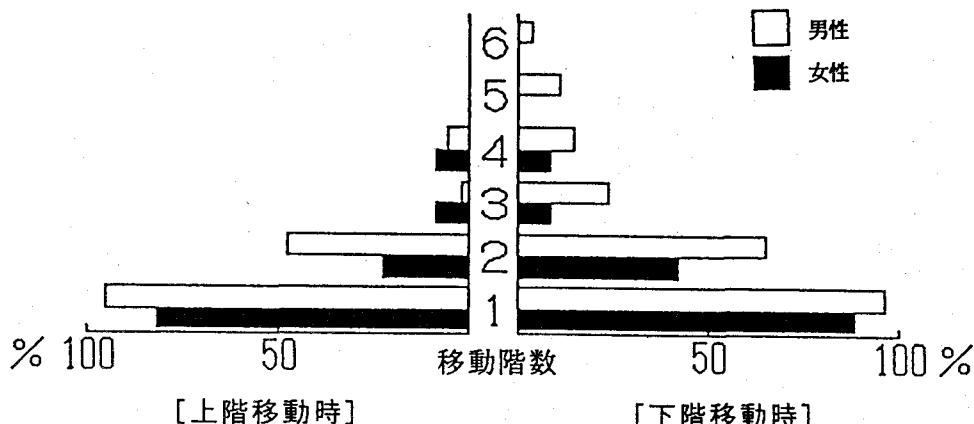


図3-21 男女別にみた勤務中の階移動時の移動階数と
階段利用率の関係（多摩支店）

表3-28 勤務中の男性の階移動手段と階段利用率(多摩支店)

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
+ 1	188	179	8	1	95.7
+ 2	156	73	80	3	47.7
+ 3	84	2	82	0	2.4
+ 4	54	3	50	1	5.7
+ 5	28	0	28	0	0
+ 6	24	0	23	1	0
合 計	534	257	271	6	48.7
- 1	188	182	6	0	96.8
- 2	156	100	52	4	65.8
- 3	84	20	64	0	23.8
- 4	54	8	46	0	14.8
- 5	28	3	24	1	11.1
- 6	24	1	23	0	4.2
合 計	534	314	215	5	58.8

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

表3-29 勤務中の女性の階移動手段と階段利用率(多摩支店)

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
+ 1	55	45	10	0	81.8
+ 2	39	9	30	0	23.1
+ 3	12	1	11	0	9.1
+ 4	12	1	11	0	9.1
+ 5	2	0	2	0	0
+ 6	0	0	0	0	0
合 計	120	56	64	0	46.7
- 1	55	47	6	2	88.7
- 2	39	16	22	1	42.1
- 3	12	1	11	0	9.1
- 4	12	1	10	1	9.1
- 5	2	0	2	0	0
- 6	0	0	0	0	0
合 計	120	65	51	4	56.0

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

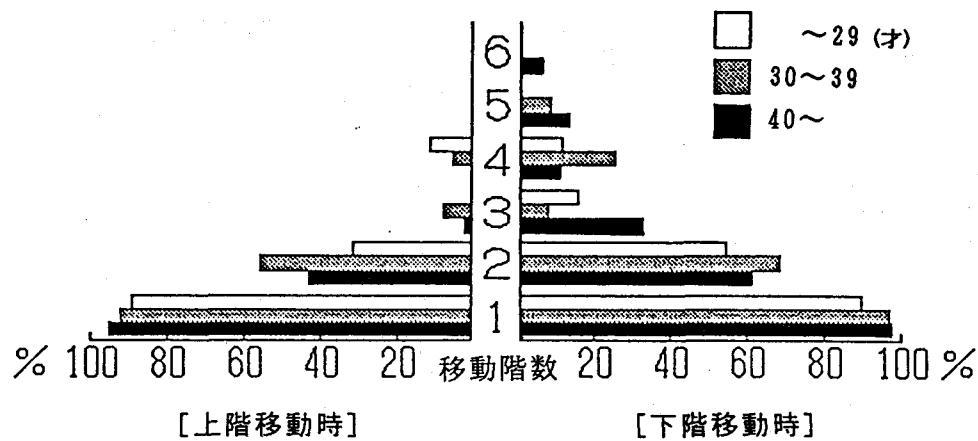


図3-22 年令別にみた勤務中の階移動時の移動階数と
階段利用率の関係（多摩支店）

表3-30 30才未満の人の勤務中の階移動手段と
階段利用率（多摩支店）

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
+ 1	84	75	9	0	89.3
+ 2	64	20	43	1	31.7
+ 3	19	0	19	0	0.0
+ 4	27	3	23	1	11.5
+ 5	2	0	2	0	0.0
+ 6	1	0	1	0	0.0
合 計	197	98	97	2	50.3
- 1	84	74	8	2	90.2
- 2	64	34	28	2	54.8
- 3	19	3	16	0	15.8
- 4	27	3	23	1	11.5
- 5	2	0	2	0	0.0
- 6	1	0	1	0	0.0
合 計	197	114	78	5	59.4

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

表3-31 30才以上40才未満の人の勤務中の階移動手段と
階段利用率(多摩支店)

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
+ 1	69	63	5	1	92.6
+ 2	53	29	23	1	55.8
+ 3	27	2	25	0	7.4
+ 4	20	1	19	0	5.0
+ 5	13	0	13	0	0.0
+ 6	5	0	5	0	0.0
合 計	187	95	90	2	51.1
- 1	69	67	2	0	97.1
- 2	53	35	16	2	68.6
- 3	27	2	25	0	7.4
- 4	20	4	16	0	25.0
- 5	13	1	11	1	8.3
- 6	5	0	5	0	0.0
合 計	187	109	75	3	58.9

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

表3-32 40才以上の人の勤務中の階移動手段と
階段利用率(多摩支店)

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
+ 1	89	85	4	0	95.5
+ 2	78	33	44	1	42.9
+ 3	49	1	48	0	2.0
+ 4	19	0	19	0	0
+ 5	15	0	15	0	0
+ 6	17	0	17	0	0
合 計	267	119	147	1	44.7
- 1	89	87	2	0	97.8
- 2	78	47	30	1	61.0
- 3	49	16	33	0	32.7
- 4	19	2	17	0	10.5
- 5	15	2	13	0	13.3
- 6	17	1	16	0	5.9
合 計	267	155	111	1	58.3

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

2) 東村山総合社屋

①勤務中の階移動時には、エレベーターを使う人がかなり多くなる（表3-33）。しかし、建物が低層なことと、アンケート回答人数が172人と少ないため、移動階数の増大による階段利用率の低下は明確には現われていない。全般的には、階段がよく利用されているといえよう（図3-23）。

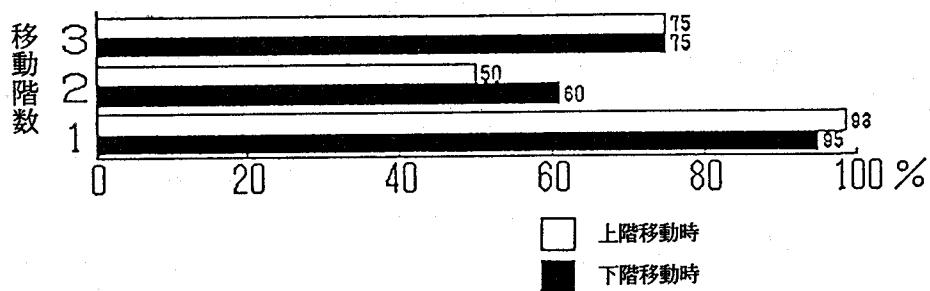


図3-23 勤務中の階移動時の移動階数と階段利用率の関係
(東村山総合社屋)

表3-33 勤務中の階移動手段と階段利用率
(東村山総合社屋)

移動階数	全 体	階 段	エ ベ ー タ	不 明	階段利用率(%)
+ 1	237	234	3	0	98.7
+ 2	134	67	67	0	50.0
+ 3	12	9	3	0	75.0
合 計	383	310	73	0	80.9
<hr/>					
- 1	237	235	2	0	95.1
- 2	134	81	52	1	60.9
- 3	12	9	3	0	75.0
合 計	383	325	57	1	80.9

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

②男女の差（図3-24、表3-34、表3-35）、年令による差（図3-25、表3-36～表3-38）も同様の理由で、はっきりした傾向がみられない。

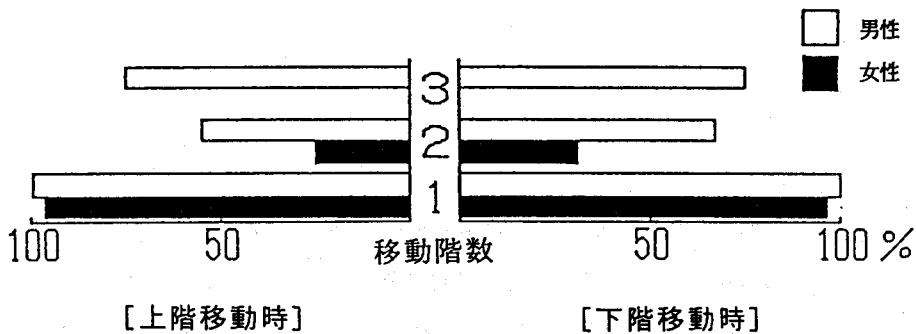


図3-24 男女別にみた勤務中の階移動時の移動階数と
階段利用率の関係（東村山総合社屋）

表3-34 勤務中の男性の階移動手段と階段利用率
(東村山総合社屋)

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率 (%)
+ 1	199	198	1	0	99.5
+ 2	111	61	50	0	55.0
+ 3	12	9	3	0	75.0
合 計	322	267	54	0	83.2
<hr/>					
- 1	199	199	0	0	100.0
- 2	111	74	36	1	67.3
- 3	12	9	3	0	75.0
合 計	322	282	39	1	87.9

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

表3-35 勤務中の女性の階移動手段と階段利用率
(東村山総合社屋)

移動階数	全体	階段	エレベーター	不明	階段利用率(%)
+ 1	28	27	1	0	96.4
+ 2	16	4	12	0	25.0
+ 3	0	0	0	0	-
合 計	44	31	13	0	70.5
- 1	28	27	1	0	96.4
- 2	16	5	11	0	31.3
- 3	0	0	0	0	-
合 計	44	32	12	0	72.7

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

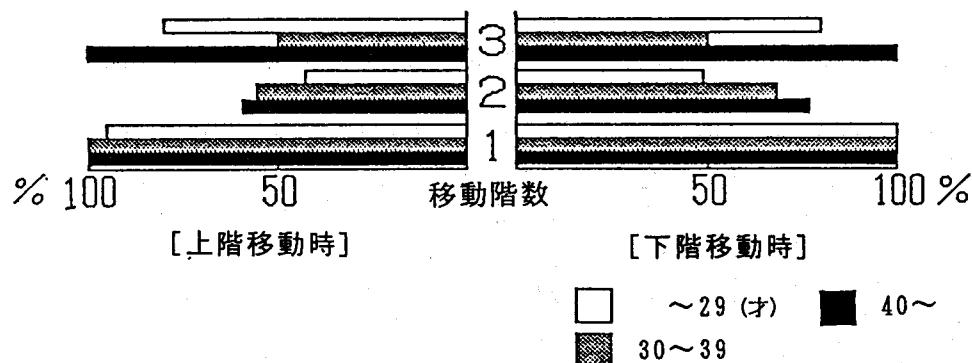


図3-25 年令別にみた勤務中の階移動時の移動階数と
階段利用率の関係 (東村山総合社屋)

表3-36 30才未満の人の勤務中の階移動手段と
階段利用率（東村山総合社屋）

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
+ 1	86	84	2	0	95.3
+ 2	49	21	28	0	42.9
+ 3	5	4	1	0	80.0
合 計	140	109	31	0	77.9
- 1	86	86	0	0	100.0
- 2	49	24	25	0	49.0
- 3	1	4	1	0	80.0
合 計	140	114	26	0	81.4

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

表3-37 30才以上40才未満の人の勤務中の階移動手段と
階段利用率（東村山総合社屋）

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
+ 1	75	75	0	0	100.0
+ 2	45	25	20	0	55.6
+ 3	4	2	2	0	50.0
合 計	124	102	22	0	82.3
- 1	75	75	0	0	100.0
- 2	45	31	31	0	68.9
- 3	4	2	2	0	50.0
合 計	124	108	33	0	87.1

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

表3-38 40才以上の人の勤務中の階移動手段と
階段利用率(東村山総合社屋)

移動階数	全体	階段	エレベーター	不明	階段利用率(%)
+ 1	66	66	0	0	100.0
+ 2	32	19	13	0	59.4
+ 3	3	3	0	0	100.0
合 計	101	88	13	0	87.1
- 1	66	66	0	0	100.0
- 2	32	24	7	1	77.4
- 3	3	3	0	0	100.0
合 計	101	93	7	1	93.0

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

3) 本社別館

- ①勤務中の階移動では、上階移動・下階移動のいずれにおいても、移動階数が2から3の間で階段利用率が急激に低下する(図3-26, 表3-39)。
- ②多摩支店と同じく、下階への移動階数の増大による利用率の低下は、上階への移動の場合と比べると、ゆるやかである。
- ③男女差(図3-27, 表3-40, 表3-41), 年令差(図3-28, 表3-42～表3-44)は、明確にはみられない。

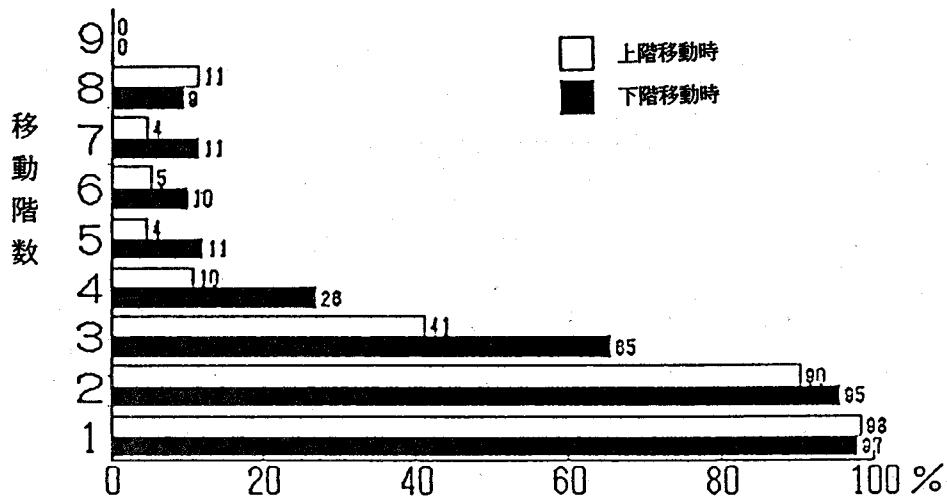


図3-26 勤務中の階移動時の移動階数と階段利用率の関係(本社別館)

表3-39 勤務中の階移動手段と階段利用率(本社別館)

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
+ 1	229	225	4	0	98.3
+ 2	229	207	22	0	90.4
+ 3	142	58	83	1	41.1
+ 4	187	20	167	0	10.7
+ 5	186	9	177	0	4.8
+ 6	241	13	228	0	5.4
+ 7	124	6	118	0	4.8
+ 8	53	6	47	0	11.3
+ 9	4	0	4	0	0.0
合 計	1395	544	850	1	39.0
- 1	229	224	5	0	97.8
- 2	229	219	10	0	95.6
- 3	142	93	49	0	65.5
- 4	187	50	137	0	26.7
- 5	186	22	164	0	11.8
- 6	241	24	217	0	10.0
- 7	124	14	110	0	11.3
- 8	53	5	48	0	9.4
- 9	4	0	4	0	0.0
合 計	1395	651	744	0	46.7

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

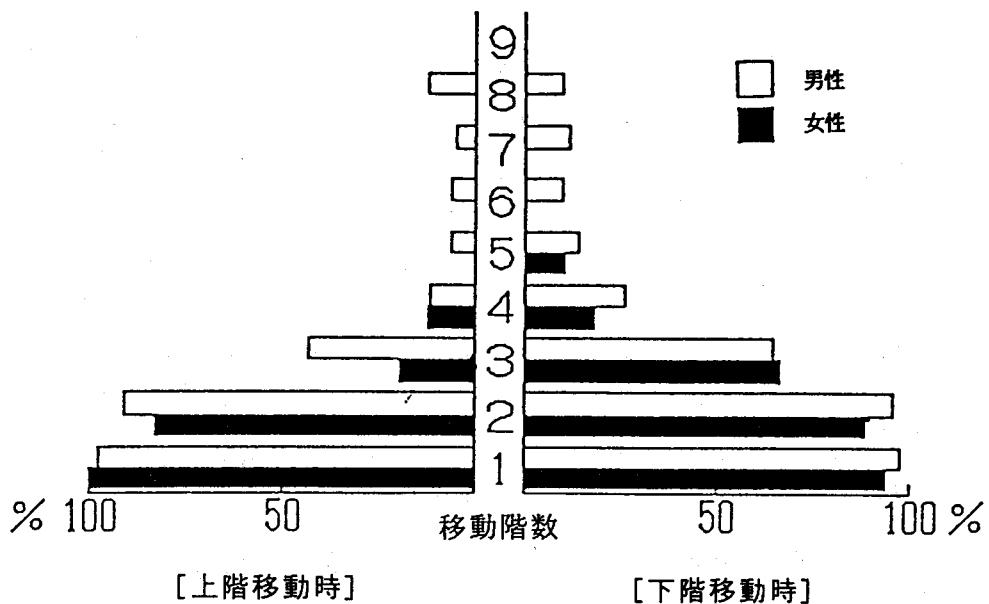


図3-27 男女別にみた勤務中の階移動時の移動階数と
階段利用率の関係（本社別館）

表3-40 勤務中の男性の階移動手段と階段利用率（本社別館）

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
+ 1	210	206	4	0	98.1
+ 2	208	189	19	0	90.9
+ 3	123	53	69	1	43.4
+ 4	179	21	158	0	11.7
+ 5	142	9	133	0	6.3
+ 6	217	13	204	0	6.1
+ 7	116	6	110	0	5.2
+ 8	49	6	43	0	12.2
+ 9	4	0	4	0	0.0
合 計	1248	503	744	1	40.3
- 1	210	206	4	0	98.1
- 2	208	200	8	0	96.2
- 3	123	80	43	0	65.0
- 4	179	48	131	0	26.8
- 5	142	20	122	0	14.1
- 6	217	22	195	0	10.1
- 7	116	14	102	0	12.1
- 8	49	5	44	0	10.2
- 9	4	0	4	0	0.0
合 計	1248	595	653	0	47.7

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

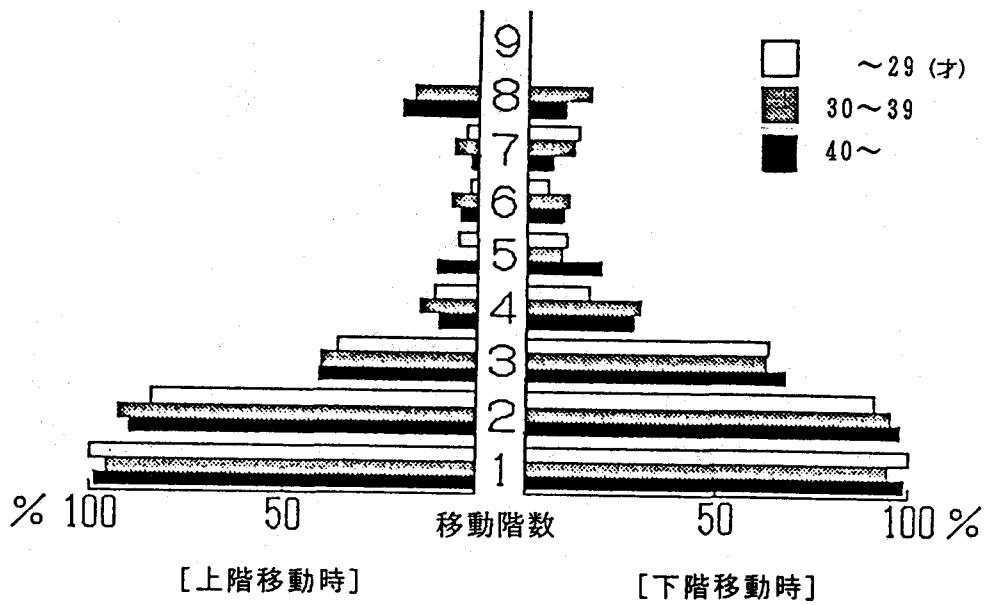


図3-28 年令別にみた勤務中の階移動時の移動階数と
階段利用率の関係（本社別館）

表3-41 勤務中の女性の階移動手段と階段利用率（本社別館）

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
+ 1	17	17	0	0	100.0
+ 2	18	15	3	0	83.3
+ 3	15	3	12	0	20.0
+ 4	16	2	14	0	12.5
+ 5	19	0	19	0	0.0
+ 6	24	0	24	0	0.0
+ 7	8	0	8	0	0.0
+ 8	4	0	4	0	0.0
+ 9	0	0	0	0	-
合 計	121	37	84	0	30.6
<hr/>					
- 1	17	16	1	0	94.1
- 2	18	16	2	0	88.9
- 3	15	10	5	0	66.7
- 4	16	3	13	0	18.8
- 5	19	2	17	0	10.5
- 6	24	2	22	0	8.3
- 7	8	0	8	0	0.0
- 8	4	0	4	0	0.0
- 9	0	0	0	0	-
合 計	121	49	72	0	40.5

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

表3-42 30才未満の人の勤務中の階移動手段と
階段利用率(本社別館)

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
+ 1	44	44	0	0	100.0
+ 2	45	38	7	0	84.4
+ 3	22	8	14	0	36.4
+ 4	30	3	27	0	11.1
+ 5	38	2	36	0	5.3
+ 6	50	1	49	0	2.0
+ 7	29	1	28	0	3.4
+ 8	18	0	18	0	0.0
+ 9	2	0	2	0	0.0
合 計	279	97	181	0	35.0
- 1	44	44	0	0	100.0
- 2	45	41	4	0	91.1
- 3	22	14	8	0	63.6
- 4	30	5	25	0	16.7
- 5	38	4	34	0	10.5
- 6	50	3	47	0	6.0
- 7	29	4	25	0	13.8
- 8	18	0	18	0	0.0
- 9	2	0	2	0	0.0
合 計	278	115	163	0	41.4

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

表3-43 30才以上40才未満の人の勤務中の階移動手段と
階段利用率(本社別館)

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
+ 1	74	71	3	0	95.9
+ 2	86	80	6	0	93.0
+ 3	54	22	32	0	40.7
+ 4	70	10	60	0	14.9
+ 5	53	0	53	0	0.0
+ 6	88	6	82	0	6.8
+ 7	49	3	46	0	6.1
+ 8	24	4	20	0	16.7
+ 9	2	0	2	0	0.0
合 計	500	196	304	0	39.2
- 1	74	70	4	0	94.6
- 2	86	829	4	0	95.3
- 3	54	34	20	0	63.0
- 4	70	21	49	0	30.0
- 5	53	5	48	0	9.4
- 6	88	10	78	0	11.4
- 7	49	6	43	0	12.2
- 8	24	4	20	0	16.7
- 9	2	0	2	0	0.0
合 計	500	232	268	0	46.4

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

表3-44 40才以上の人の勤務中の階移動手段と
階段利用率(本社別館)

移動階数	全 体	階 段	エレベーター	不 明	階段利用率(%)
+ 1	105	104	1	0	99.0
+ 2	91	82	9	0	90.1
+ 3	59	24	34	1	41.4
+ 4	78	8	70	0	10.3
+ 5	65	7	58	0	10.3
+ 6	92	4	88	0	4.3
+ 7	42	1	41	0	2.4
+ 8	10	2	8	0	20.4
+ 9	0	0	0	0	-
合 計	542	232	309	1	42.9
<hr/>					
- 1	105	104	1	0	99.0
- 2	91	89	2	0	97.8
- 3	59	40	19	0	67.8
- 4	78	22	56	0	28.2
- 5	65	13	52	0	20.0
- 6	92	9	83	0	9.8
- 7	42	3	39	0	7.1
- 8	10	1	9	0	10.0
- 9	0	0	0	0	-
合 計	542	281	261	0	51.8

[注] 移動階数+は上階移動、-は下階移動を表す。

c. 出退社時と勤務中の階段利用率の比較

出退社時と勤務中の階段利用率を比較すると、次のような差がみられた。

①上階移動においては、移動階数にかかわらず全般的に、出勤時のほうが勤務中よりも階段利用率が高い。

②同じ移動階数であれば、勤務中は上階移動時の階段利用率のほうが下階移動時より低くなるが、出退社時は多摩支店、本社別館のいずれにおいても、上階移動（出勤時）の階段利用率が、下階移動（退社時）の階段利用率と同じくらい高くなる。

以上の理由として、出勤時は始業時刻までに自分の席につこうとするため、エレベーターの混雑や待ち時間を嫌い、勤務階まで階段を使ってあがる人が多いが、勤務中は遅刻のような厳しい時間的制約がなく、また書類や物品等を持ち運ぶことが多いため、少々待たされても、上階移動時にエレベーターを使う人が多いことがあげられる。

また、(3) a. でも述べたように、出勤時（上階移動）および退社時（下階移動）のいずれにおいても、本社別館の階段利用率が大きく低下するポイント（3階から4階にかけて）が、多摩支店（2階から3階にかけて）よりも1階だけ大きいのは、多摩支店よりもピーク時の集中人数が多いことが関係していると思われる。

このことを裏付けるため、調査建物の外部につながる出入口で人の出入り人数を5分ごとに記録する、いわゆるタイムスタディを行った。調査日時は、多摩支店が1988年7月12日（火）の7:50～20:10、東村山総合社屋が7月13日（水）の7:40～20:20、本社別館が7月14日（木）の7:45～21:10である。

出勤時の到着人数の5分間ピーク値は、多摩支店で8:15～8:20の66人、本社別館で8:25～8:30の94人となり、退社時の退出人数の5分間ピーク値は、多摩支店で17:20～17:25の38人、本社別館では17:45～17:50の60人であった。特に、本社別館の出勤時の到着のピーク時にはエレベーターホールにかなりの滞留が生じ、社員が階段で勤務階にあがるようすが観察された。

(4) 日常動線の傾向

日常動線の概要を把握しておくことは、避難時の人間行動を知る手がかりを得るうえで、また適切な避難・防災計画の立案のために不可欠な情報である。

記入された動線の分析にあたって、各調査建物を、図3-29～図3-46に破線で示すゾーンに分けた。ゾーン分けの基準は、①廊下への出入口が1カ所の事務室は一つのゾーンとする、②廊下への出入口が2カ所以上ある事務室は、出入口の位置等を勘案して複数のゾーンに分割するの二つである。こうして、記入された経路の始点と終点がどのゾーンに含まれるかを調べて両ゾーンをつなぐ動線の経路と本数を、階別、動線の種類別に整理・統合した³⁾。

a. 日常動線の経路選択の状況（設問3.(2)）

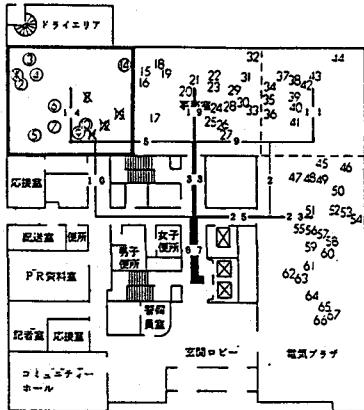
図3-29～図3-35は多摩支店での調査結果、図3-36～図3-38は東村山総合社屋での調査結果、図3-39～図3-46は本社別館における調査結果である。なお動線の太さは、本数に比例するように表現してある。

動線を分析した結果、記入された全動線1,841本のうち1,800本(97.7%)が、目標地点までの最短経路となっていた（表3-45）。この結果は、従来からいわれている人間の最短距離選択志向を、強く裏付けるものである。

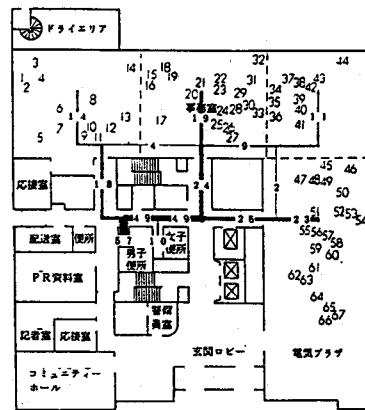
b. 複数の経路が選択できる場合の選択状況

図3-29～図3-46を詳細に見ると、動線のなかには、自分の席から目標地点までの到達可能な最短経路が2本ある場合には、早く廊下に出られる経路を選択する人が多いことに気付く。このような動線を記入した人の席があるゾーンを、太線で囲んで示す（図3-29～図3-31、図3-36、図3-39、図3-41～図3-45）。

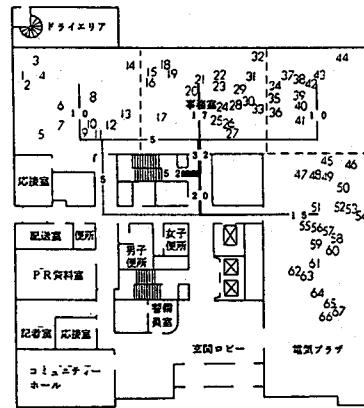
また、太線で囲んだゾーン内の回答者番号に○をつけたのが、廊下に出るまでの距離が近いほうの経路を選択した人、×をつけたのが、遠いほうの経路を選択した人である。このような人数を、それぞれ多摩支店、東村山総合社屋、本社別館についてみたのが、表3-46～表3-48である。なお、表中の質問番号①②③は、アンケートの設問3.(2)でたずねた目標地点の番号（①：エレベーター、②：便所、③：階段）に対応している。



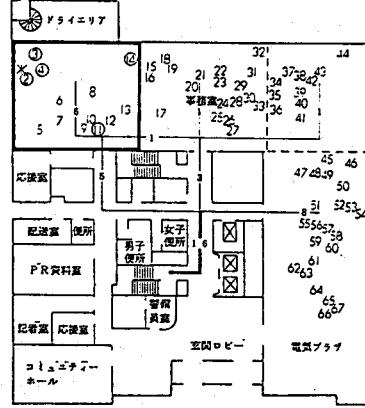
① エレベーターまでの経路



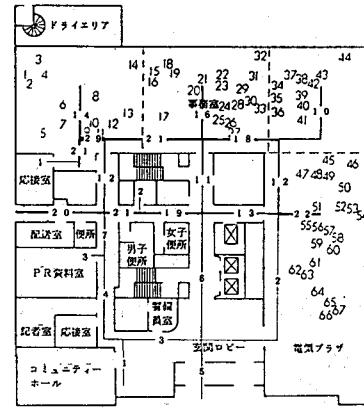
② 便所までの経路



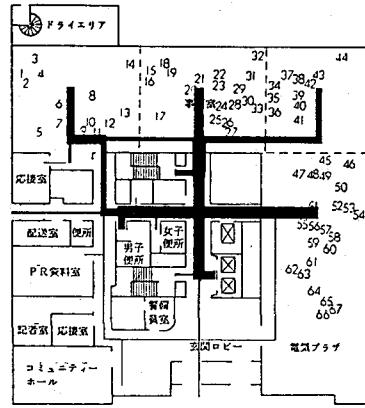
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路

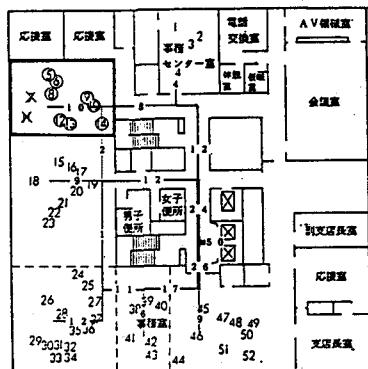


④ 頻繁に通る経路

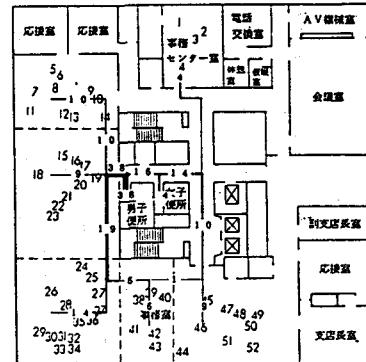


①～④の経路を重ね合わせた結果

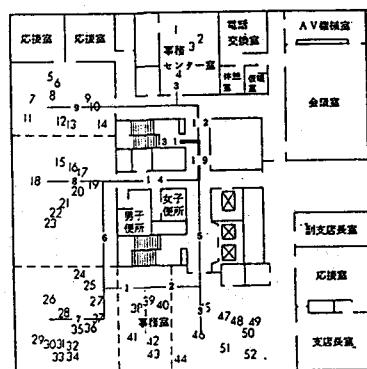
図3-29 多摩支店1階の日常動線の集計結果



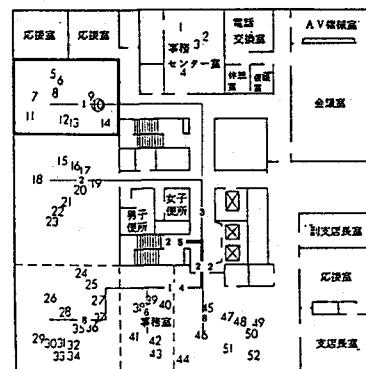
① エレベータまでの経路



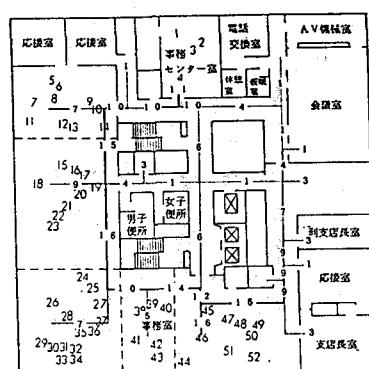
② 便所までの経路



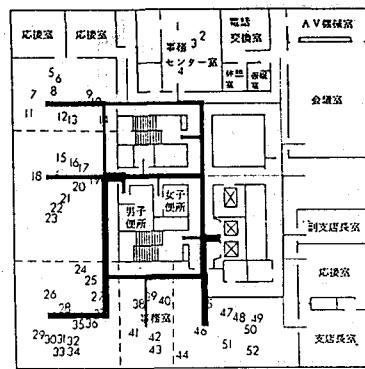
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路

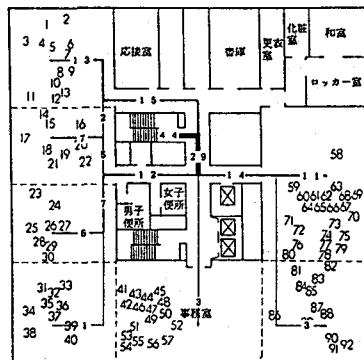
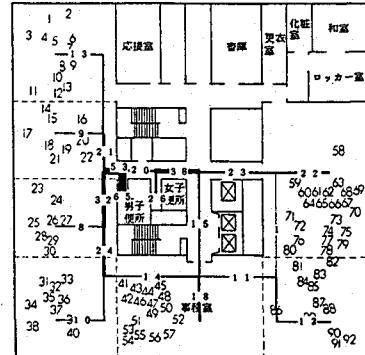
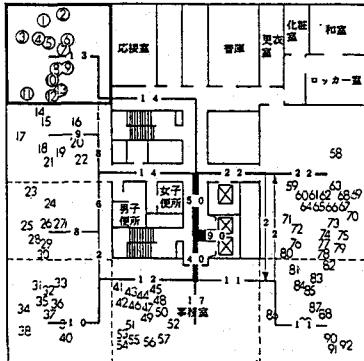


⑤ 頻繁に通る経路

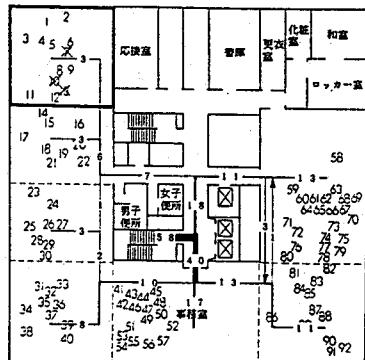


①～⑤の経路を重ね合わせた結果

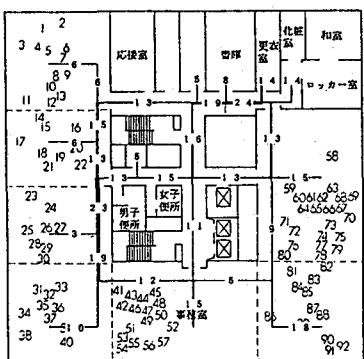
図3-30 多摩支店2階の日常動線の集計結果



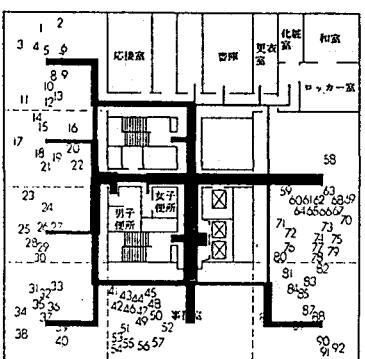
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路

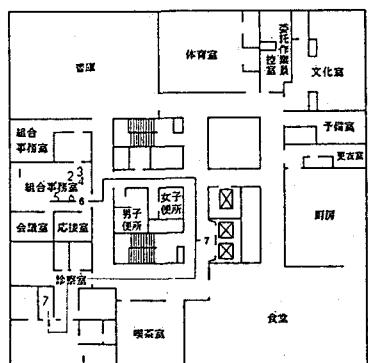


④ 頻繁に通る経路

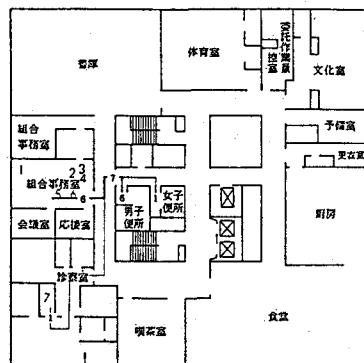


①～④の経路を重ね合わせた結果

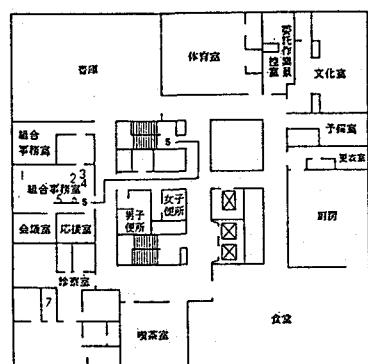
図3-31 多摩支店3階の日常動線の集計結果



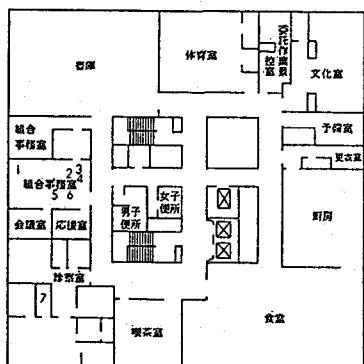
① エレベータまでの経路



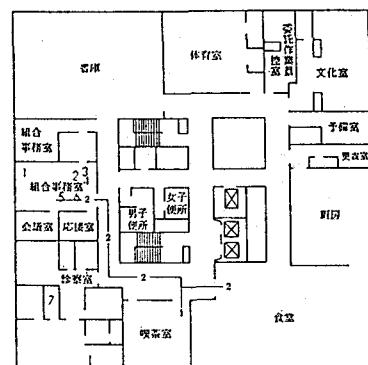
② 便所までの経路



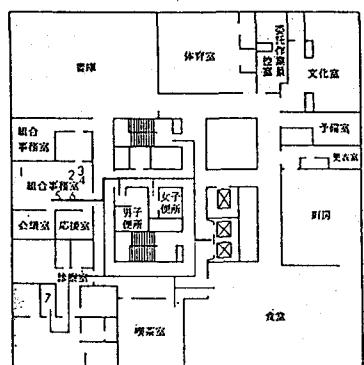
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路

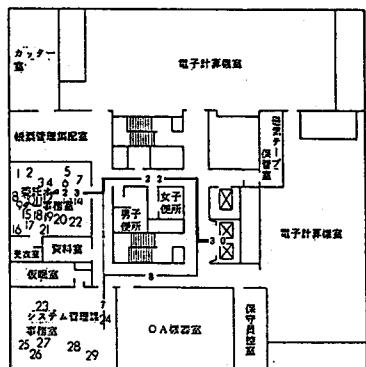


④ 頻繁に通る経路

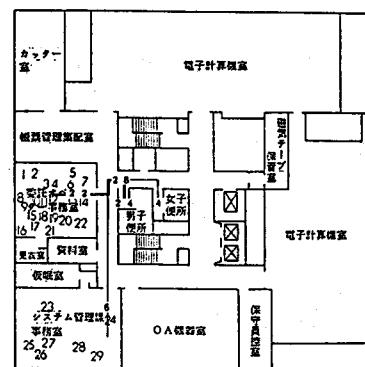


①～④の経路を重ね合わせた結果

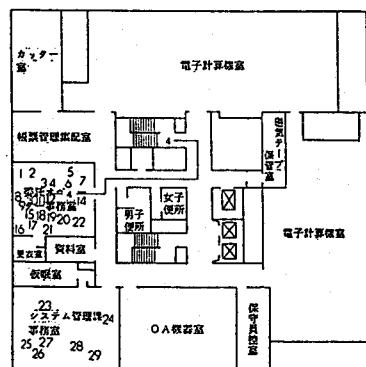
図3-32 多摩支店4階の日常動線の集計結果



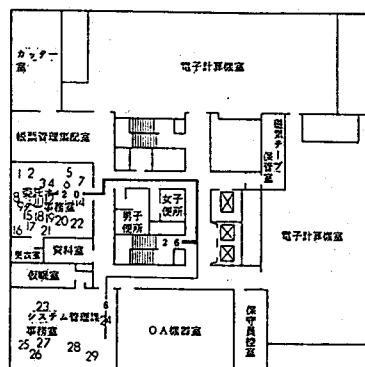
① エレベータまでの経路



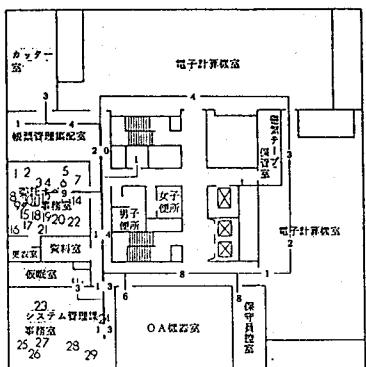
② 便所までの経路



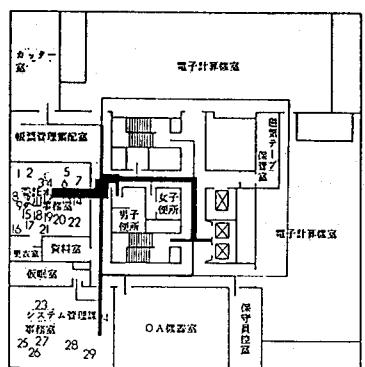
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路

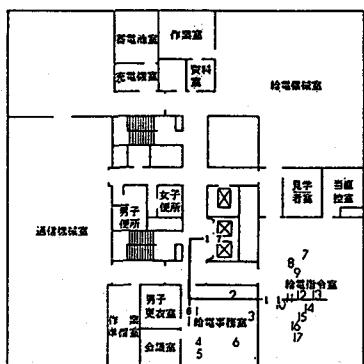


④ 頻繁に通る経路

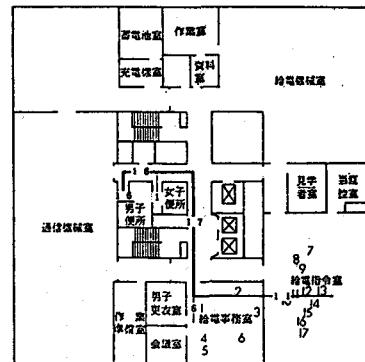


①～④の経路を重ね合わせた結果

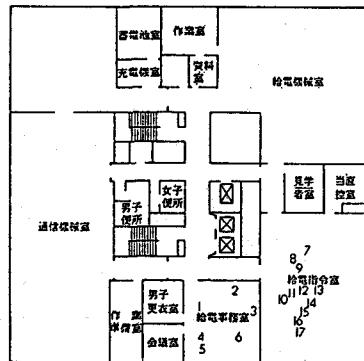
図3-33 多摩支店5階の日常動線の集計結果



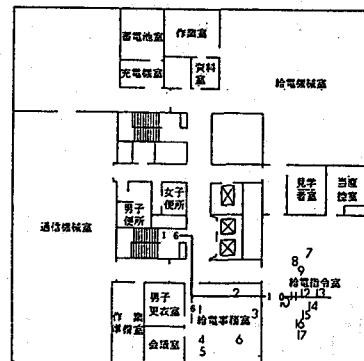
① エレベータまでの経路



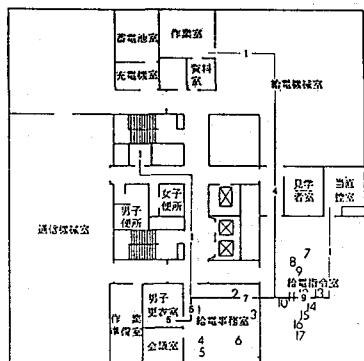
② 便所までの経路



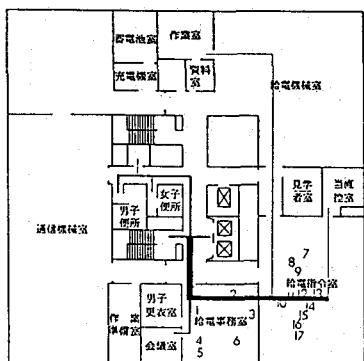
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路

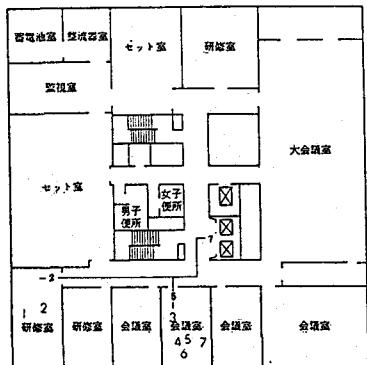


④ 頻繁に通る経路

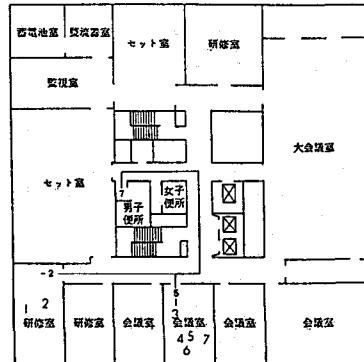


①～④の経路を重ね合わせた結果

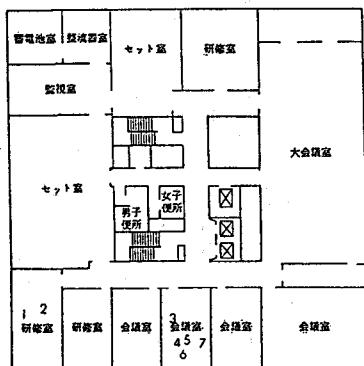
図3-34 多摩支店6階の日常動線の集計結果



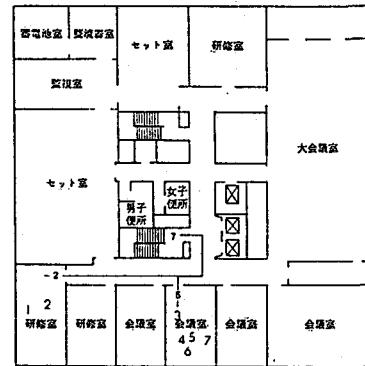
① エレベーターまでの経路



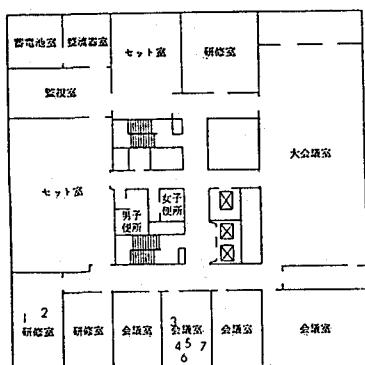
② 便所までの経路



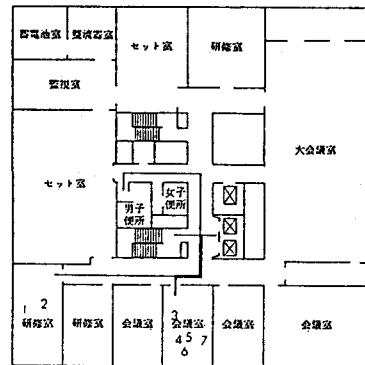
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路

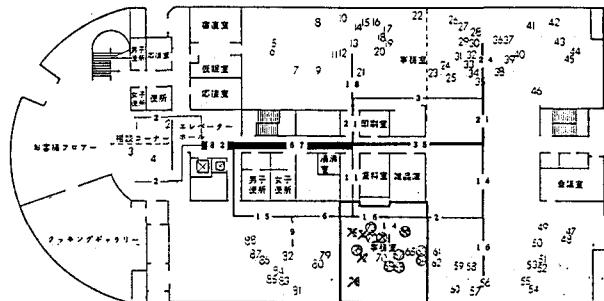


⑤ 頻繁に通る経路

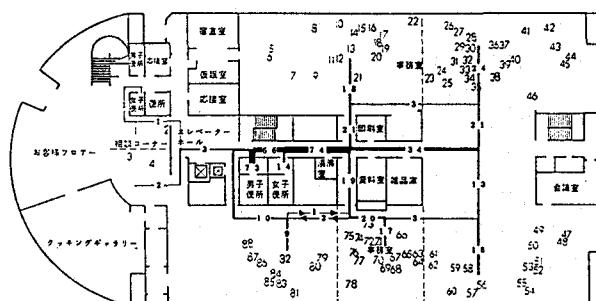


①～④の経路を重ね合わせた結果

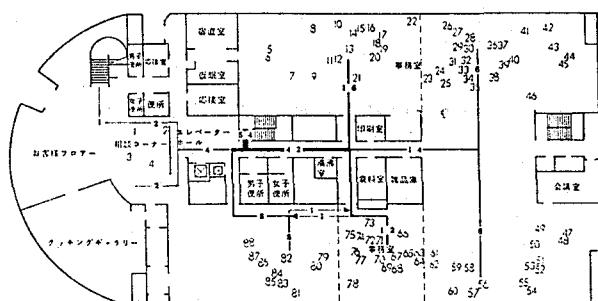
図3-35 多摩支店7階の日常動線の集計結果



① エレベーターまでの経路

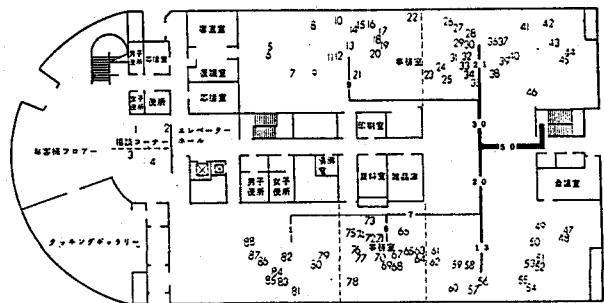


② 便所までの経路

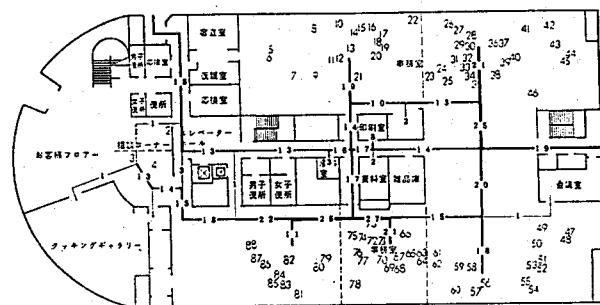


③ よく利用する階段までの経路

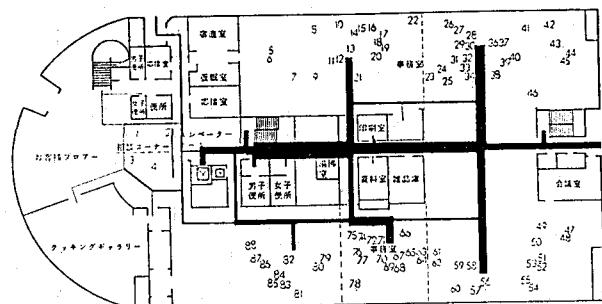
図 3-36 東村山総合社屋 1 階の日常動線の集計結果



③ よく利用する階段までの経路

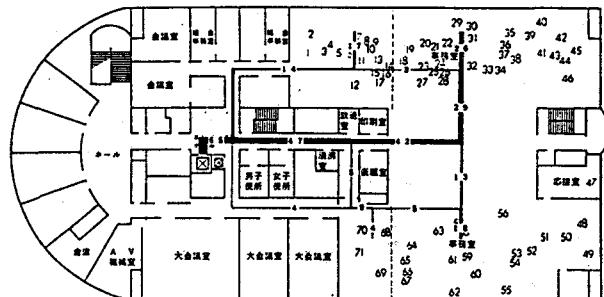


④ 頻繁に通る経路

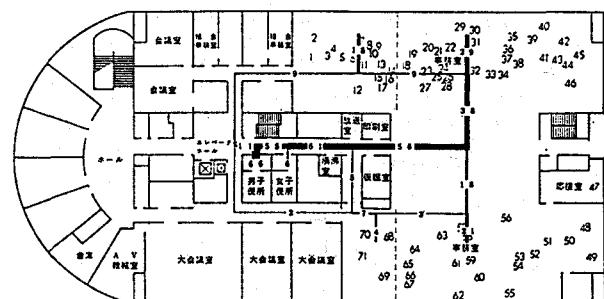


①～④の経路を重ね合わせた結果

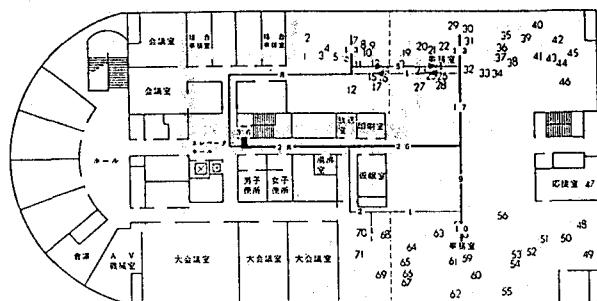
図3-36 東村山総合社屋1階の日常動線の集計結果（続き）



① エレベータまでの経路

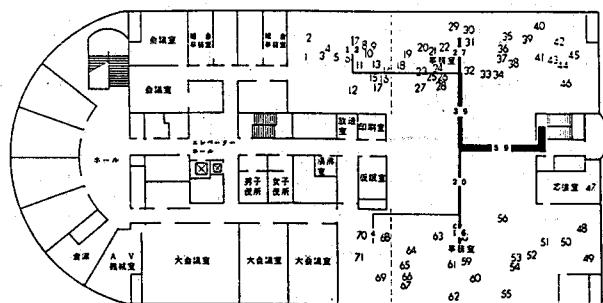


② 便所までの経路

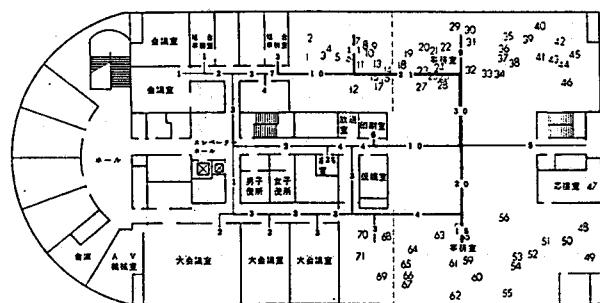


③ よく利用する階段までの経路

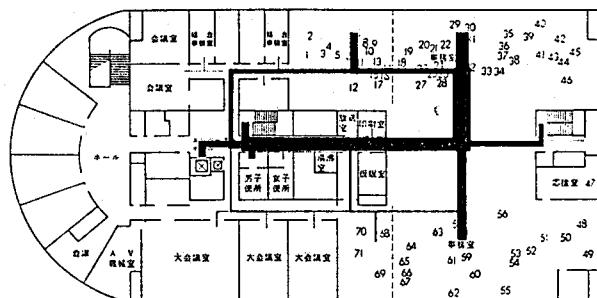
図3-37 東村山総合社屋2階の日常動線の集計結果



③ よく利用する階段までの経路

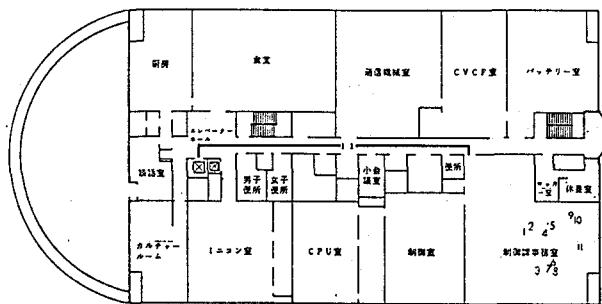


④ 頻繁に通る経路

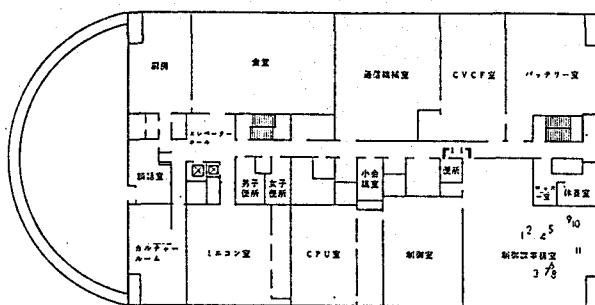


①～④の経路を重ね合わせた結果

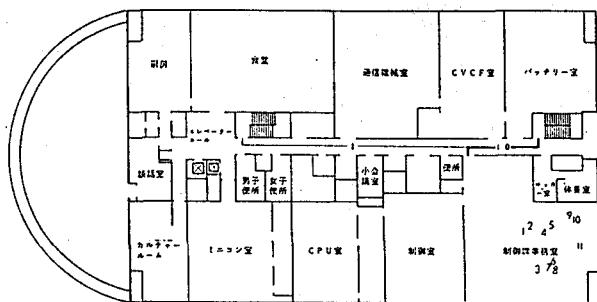
図3-37 東村山総合社屋2階の日常動線の集計結果（続き）



① エレベータまでの経路

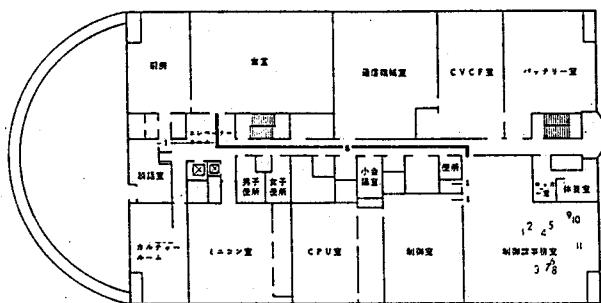


② 便所までの経路

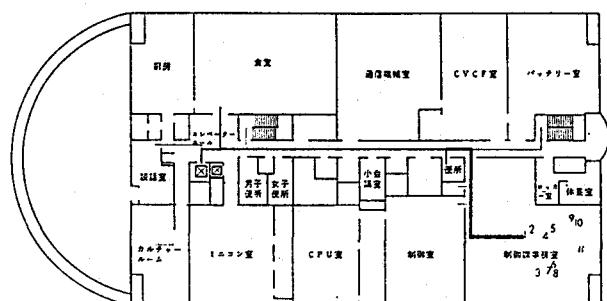


③ よく利用する階段までの経路

図3-38 東村山総合社屋3階の日常動線の集計結果

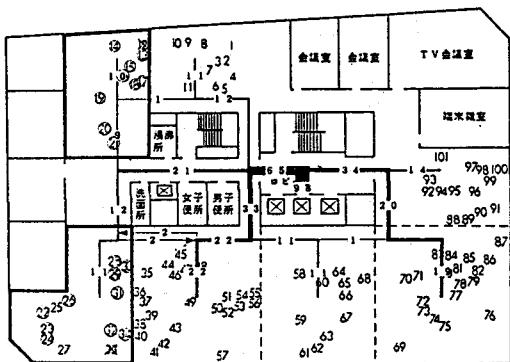


④ 頻繁に通る経路

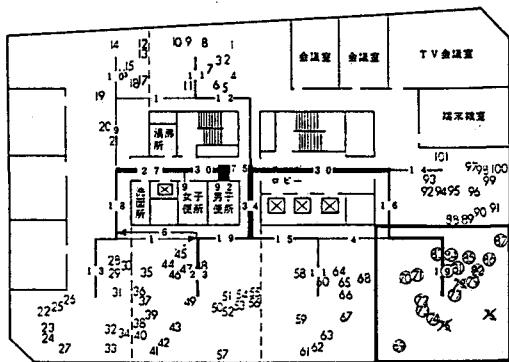


①～④の経路を重ね合わせた結果

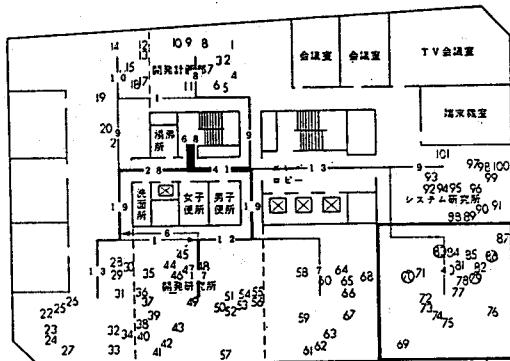
図3-38 東村山総合社屋3階の日常動線の集計結果（続き）



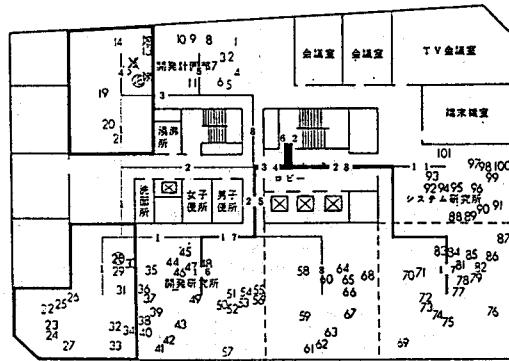
① エレベーターまでの経路



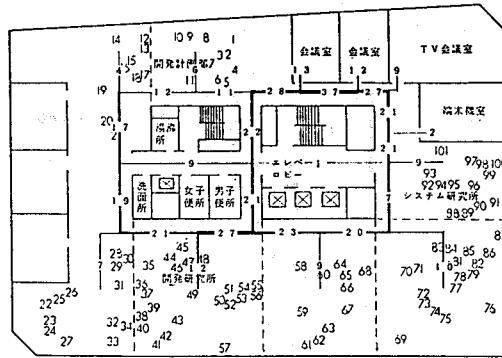
② 便所までの経路



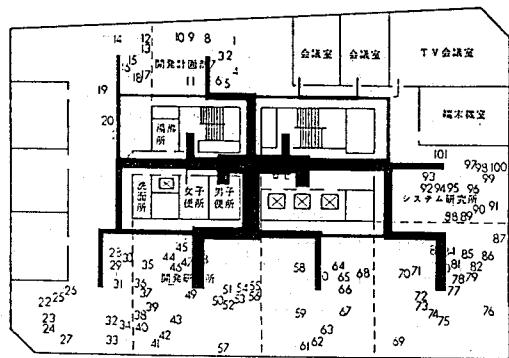
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路

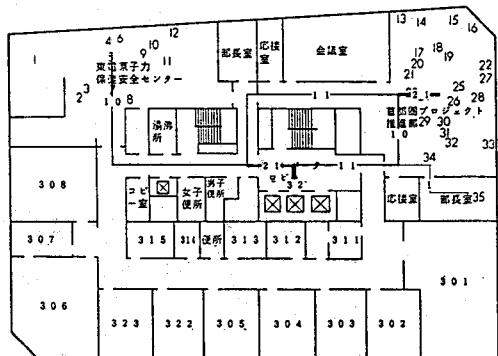


④ 頻繁に通る経路

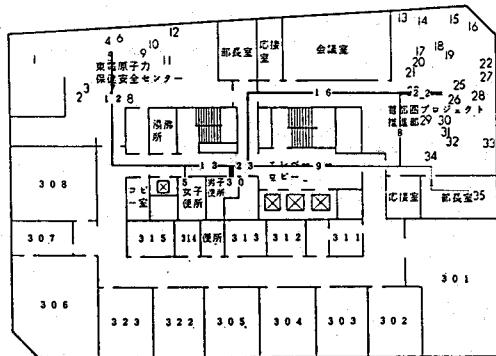


①～④の経路を重ね合わせた結果

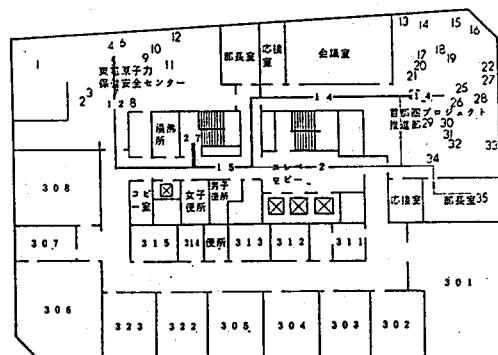
図3-39 本社別館2階の日常動線の集計結果



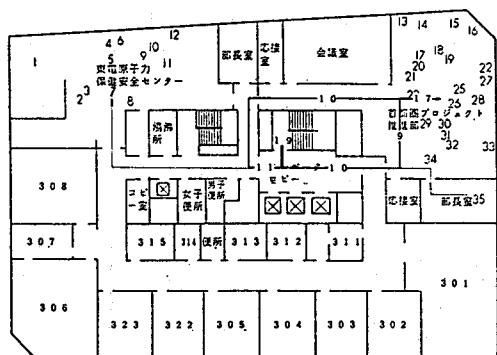
① エレベーターまでの経路



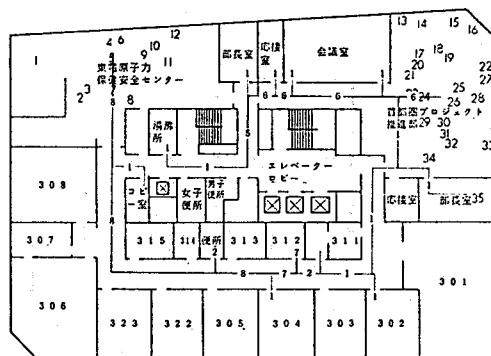
② 便所までの経路



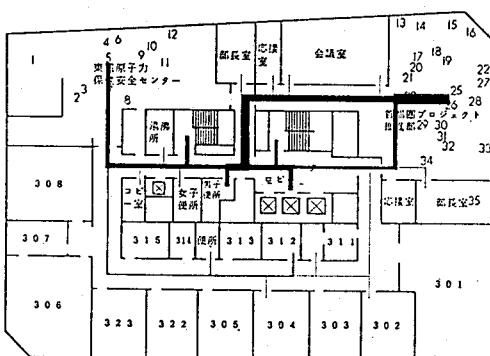
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路

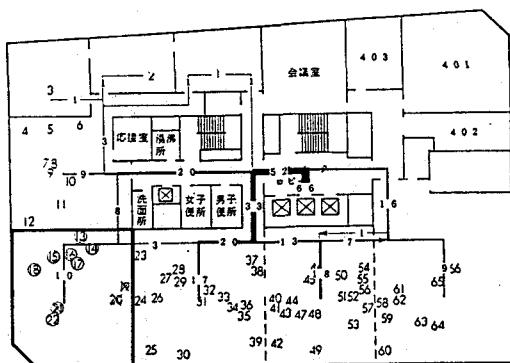


④ 頻繁に通る経路

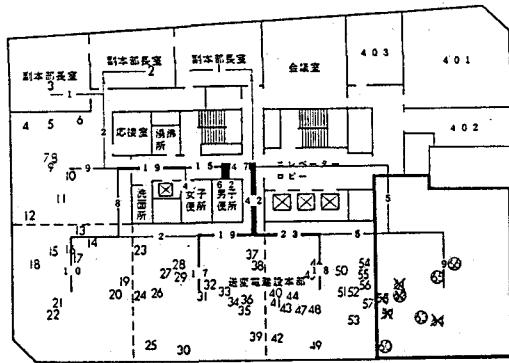


①～④の経路を重ね合わせた結果

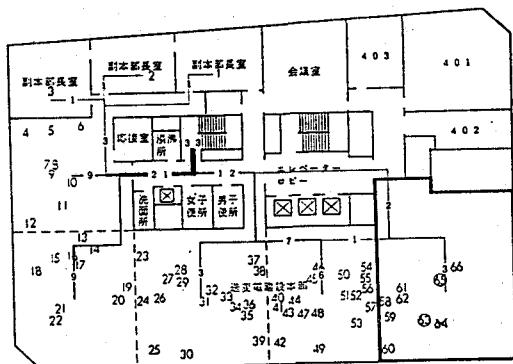
図3-40 本社別館3階の日常動線の集計結果



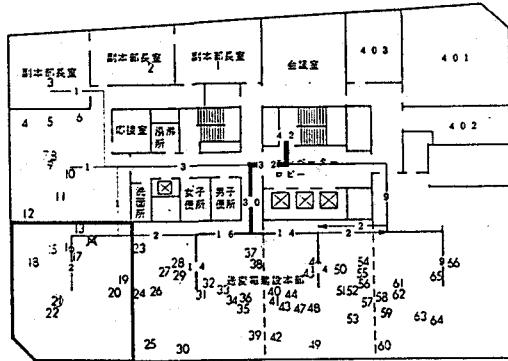
① エレベータまでの経路



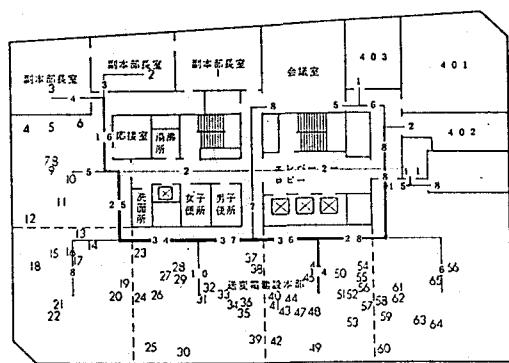
② 便所までの経路



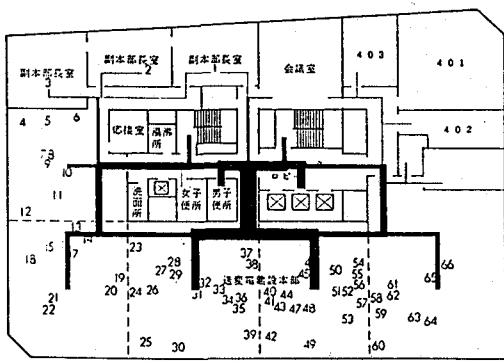
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路

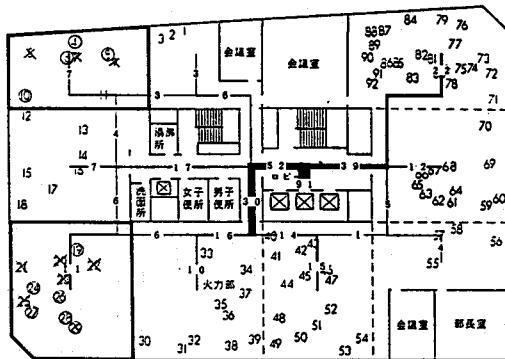


④ 頻繁に通る経路

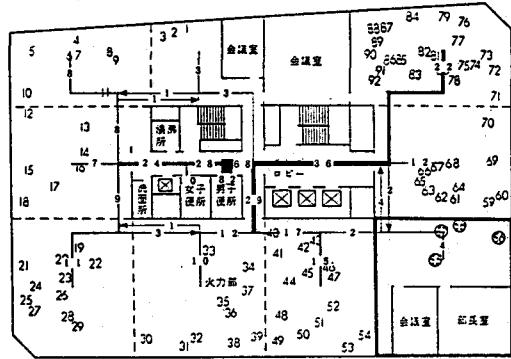


①～④の経路を重ね合わせた結果

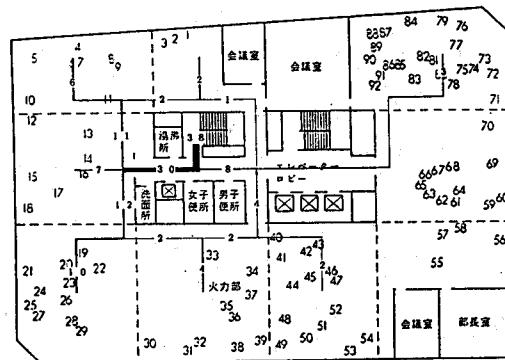
図3-41 本社別館4階の日常動線の集計結果



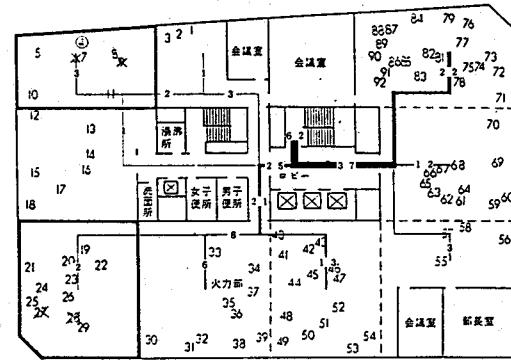
① エレベータまでの経路



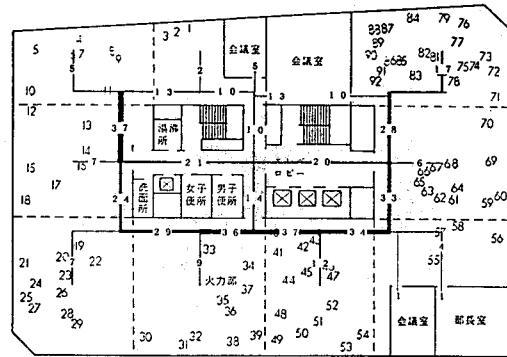
② 便所までの経路



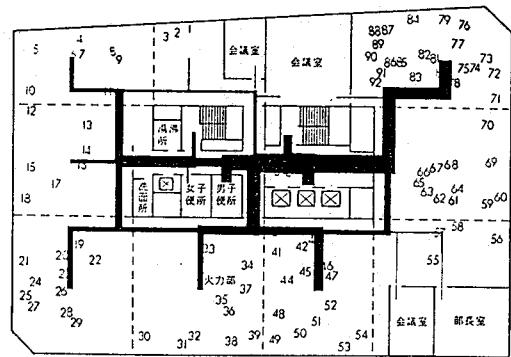
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路

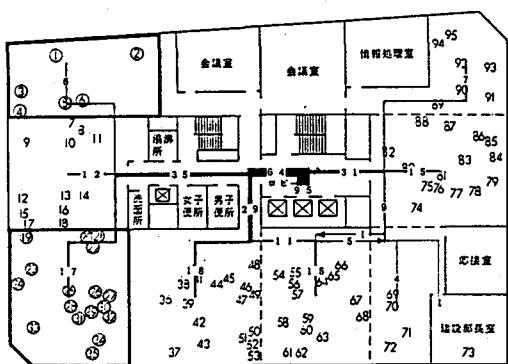


④ 頻繁に通る経路

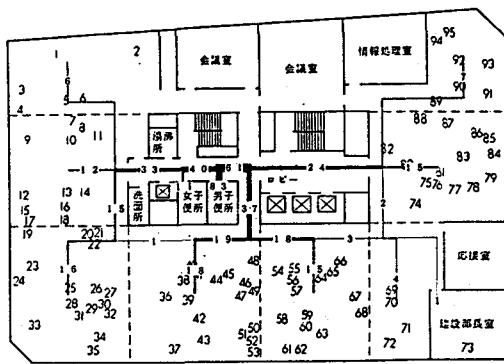


①～④の経路を重ね合わせた結果

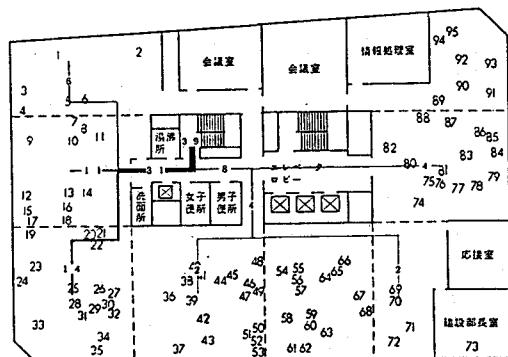
図3-42 本社別館5階の日常動線の集計結果



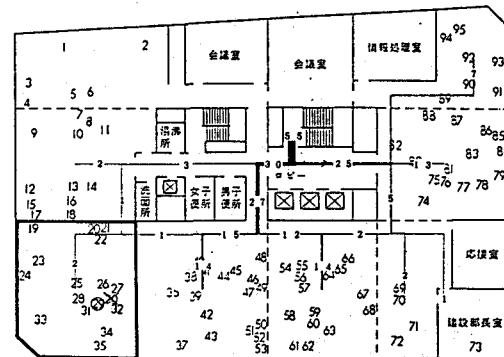
① エレベータまでの経路



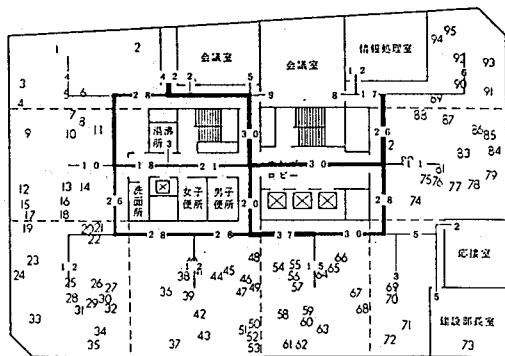
② 便所までの経路



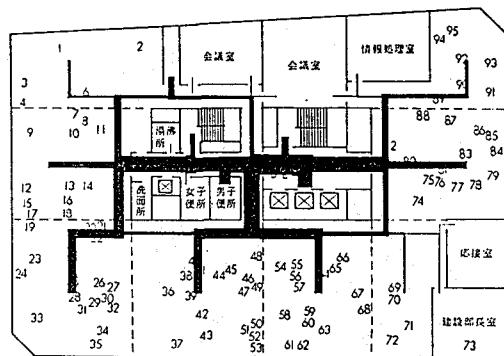
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路

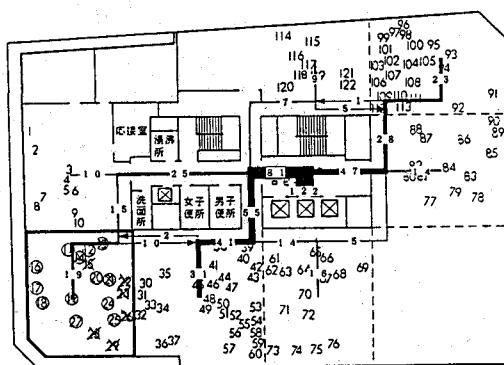


④ 頻繁に通る経路

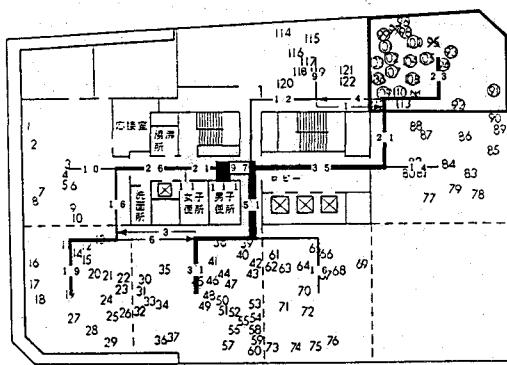


①～④の経路を重ね合わせた結果

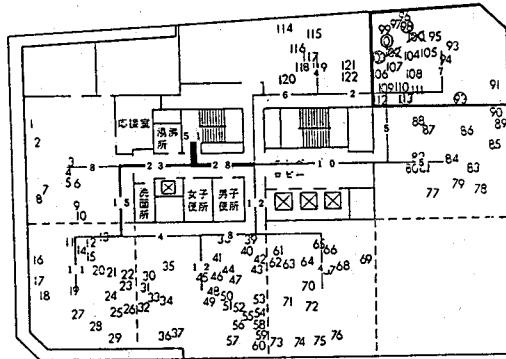
図3-43 本社別館6階の日常動線の集計結果



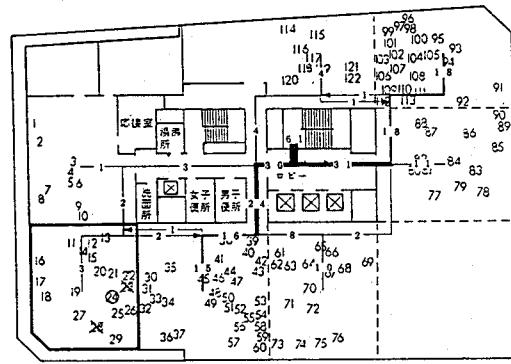
① エレベータまでの経路



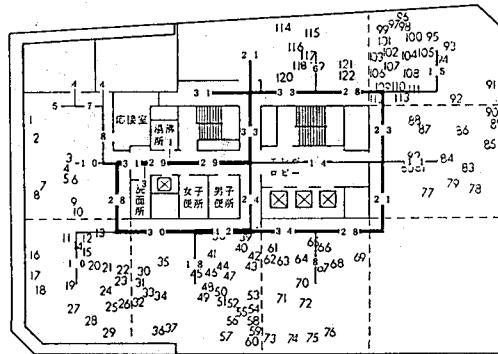
② 便所までの経路



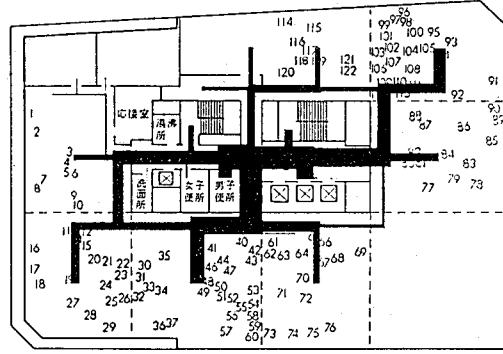
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路

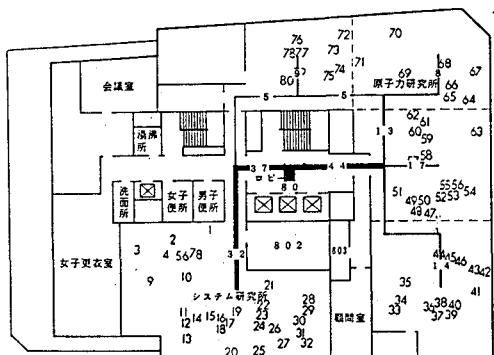


④ 頻繁に通る経路

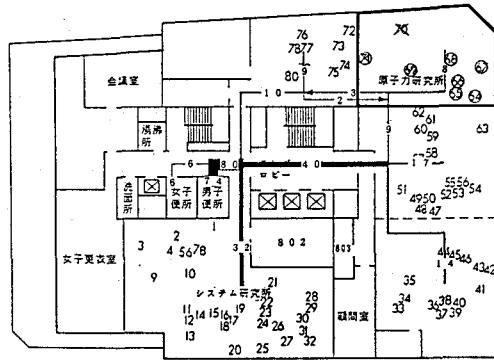


①～④の経路を重ね合わせた結果

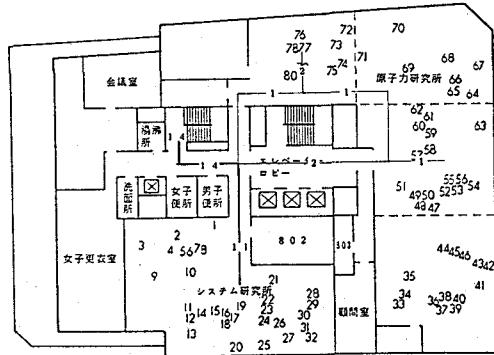
図3-44 本社別館7階の日常動線の集計結果



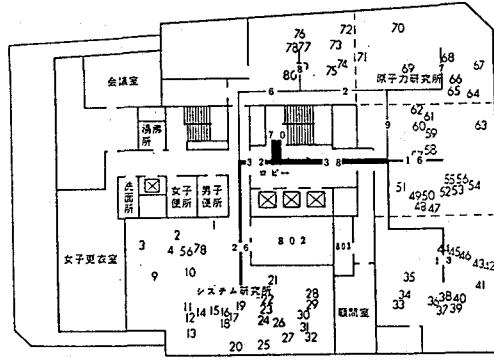
① エレベータまでの経路



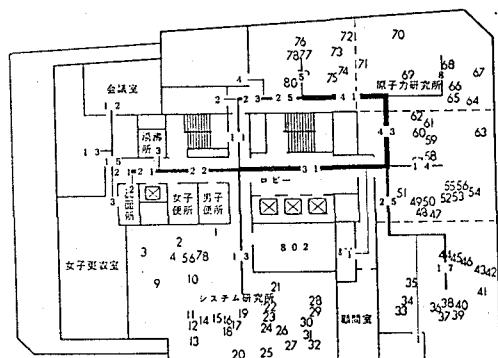
② 便所までの経路



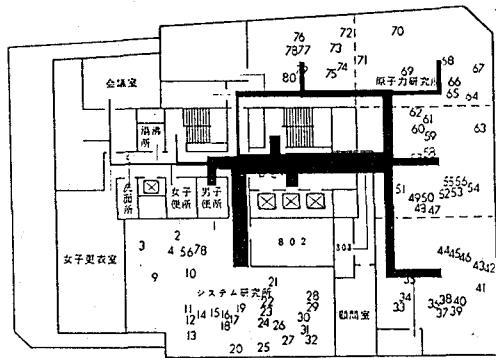
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路

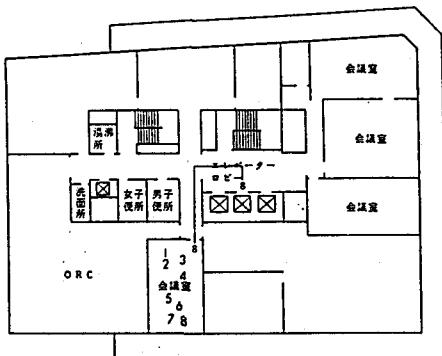


④ 頻繁に通る経路

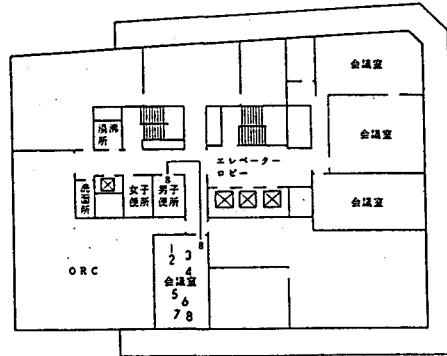


①～④の経路を重ね合わせた結果

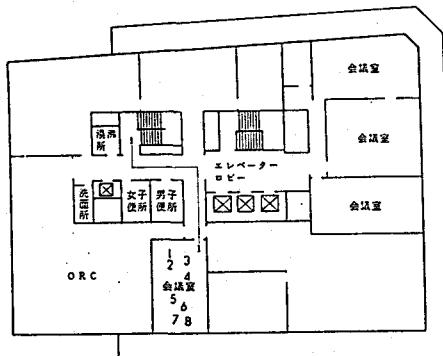
図3-45 本社別館8階の日常動線の集計結果



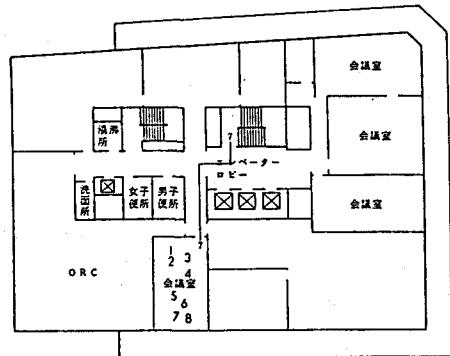
① エレベーターまでの経路



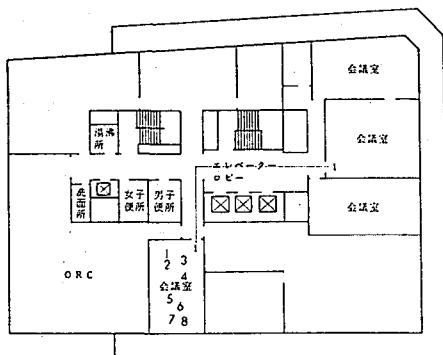
② 便所までの経路



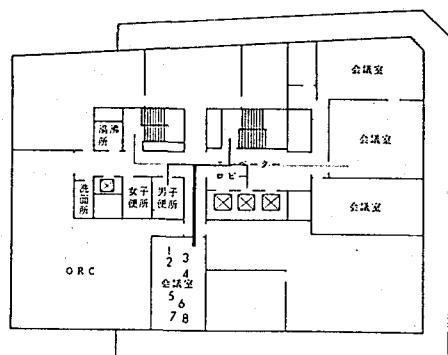
③ よく利用する階段までの経路



④ よく利用する階段までの経路



④ 頻繁に通る経路



①～④の経路を重ね合わせた結果

図3-46 本社別館9階の日常動線の集計結果

表3-45 日常動線における最短経路の選択状況（3カ所の合計）

階	目標 地点	回答者数 (人)	最短経路の 本数(A)	最短ではない 経路の本数(B)	最短経路の割合 A/(A+B) (%)
2 F	①	1 0 1	9 9	2	9 8 . 0
	②	6 8	6 6	2	9 7 . 1
	②	6 2	6 2	0	1 0 0 . 0
	③	1 0 1	9 9	1	9 8 . 0
3 F	①	3 2	2 1	1 1	6 5 . 6
	②	2 7	2 7	0	1 0 0 . 0
	②	1 9	1 1	8	5 7 . 9
	③	3 5	3 5	0	1 0 0 . 0
4 F	①	6 6	6 5	1	9 8 . 5
	②	3 3	3 3	0	1 0 0 . 0
	②	4 1	3 9	2	9 5 . 1
	③	6 6	6 4	2	9 7 . 0
5 F	①	9 1	9 1	0	1 0 0 . 0
	②	3 8	3 8	0	1 0 0 . 0
	②	6 2	6 2	0	1 0 0 . 0
	③	9 2	9 0	2	9 7 . 8
6 F	①	9 5	9 4	1	9 8 . 9
	②	3 9	3 9	0	1 0 0 . 0
	②	5 5	5 5	0	1 0 0 . 0
	③	9 5	9 4	1	9 8 . 9
7 F	①	1 2 2	1 1 9	3	9 7 . 5
	②	5 1	5 1	0	1 0 0 . 0
	②	6 1	6 0	1	9 8 . 4
	③	1 2 2	1 2 1	1	9 9 . 2
8 F	①	8 0	8 0	0	1 0 0 . 0
	②	1 4	1 3	1	9 2 . 9
	②	7 0	7 0	0	1 0 0 . 0
	③	8 0	7 8	2	9 7 . 5
9 F	①	8	8	0	1 0 0 . 0
	②	1	1	0	1 0 0 . 0
	②	7	7	0	1 0 0 . 0
	③	8	8	0	1 0 0 . 0
計		1 8 4 2	1 8 0 0	4 1	9 7 . 7

[注] 目標地点の番号は、①：エレベーター、②：便所、③：階段である。

記入経路総数のうち、早く廊下に出られる経路の割合は、多摩支店で77.1%（48本中37本）、東村山総合社屋で62.5%（16本中10本）、本社別館で72.1%（197本中142本）、3カ所の合計で72.4%（261本中189本）であった。

なお、目標地点までの経路が複数あり、目標地点までの距離が異なる場合は、多少遠回りであっても早く廊下に出られる経路を選択する例もみられた。これは、遠回りであることに気付かず、まず廊下に出ようという意識が優先するためと考えられる。

表3-46 廊下に出るまでの距離が近いほうの経路を選択する人の割合（多摩支店）

階	目標 地点	回答者数 (人)	近い方の記入 経路数 (A)	遠い方の記入 経路数 (B)	近い方の選択率 A/(A+B) (%)
1 F	①	14	10	5	66.7
	②	6	5	1	83.3
2 F	①	10	8	2	80.0
	②	1	1	0	100.0
3 F	①	13	13	0	100.0
	②	3	0	3	0.0
計		47	37	11	77.1

[注] 目標地点の番号は、①：エレベーター、②：便所、③階段である。

表3-47 廊下に出るまでの距離が近いほうの経路を選択する人の割合（東村山総合社屋）

階	目標 地点	回答者数 (人)	近い方の記入 経路数 (A)	遠い方の記入 経路数 (B)	近い方の選択率 A/(A+B) (%)
1 F	①	14	10	6	62.5
計		14	10	6	62.5

[注] 目標地点の番号は、①：エレベーター、②：便所、③階段である。

表3-48 廊下に出るまでの距離が近いほうの経路を選択する人の割合（本社別館）

階	目標地点	回答者数 (人)	近い方の記入 経路数 (A)	遠い方の記入 経路数 (B)	近い方の選択率 A/(A+B) (%)
2 F	①	10	9	1	90.0
	①	10	10	1	90.9
	②	4	4	0	100.0
	②	4	1	3	25.0
	②	1	1	1	50.0
	③	19	16	4	75.0
4 F	①	10	8	3	72.7
	②	3	2	1	66.7
	②	3	1	2	33.3
	③	9	5	5	50.0
5 F	①	7	4	3	57.1
	①	11	6	6	50.0
	②	3	1	2	33.3
	②	2	0	2	0.0
	③	4	4	0	100.0
6 F	①	6	6	0	100.0
	①	17	17	0	100.0
	②	2	1	1	50.0
7 F	①	19	13	10	56.5
	②	7	5	2	71.4
	②	3	1	2	33.3
	③	23	20	3	87.0
8 F	③	8	7	3	70.0
計		185	142	55	72.1

[注] 目標地点の番号は、①：エレベーター、②：便所、③階段である。

(5) 防災設備の認知状況

建物内で勤務する人が、防災設備の種類や位置をどの程度認識しているかを知ることは、非常時に防災設備を有効に利用するため、また社員の防災意識の向上のために重要である。

アンケートの設問3.(3)の分析には、建物内の防災設備の設置場所を知っておく必要があるため、アンケートの実施に先立って、タイムスタディと同じ日に、防災設備の設置場所を調査し、平面図に記録した。調査した防災設備は、「消火栓ボックス」、「消火器」、「救助袋」、「避難口誘導灯」、「通路誘導灯」、「防火戸」、「防煙垂れ壁」の7種類である。これらの調査結果をもとにして、アンケートの設問3.(3)の回答結果の分析し、防災設備の認知状況を調べた。

a. 防災設備の設置場所の認知状況（設問3.(3)）

設問3.(3)では、設置されている防災設備のうち、どれがその階の勤務者のうちの何人に認知されているかをたずねたが、それに先立って、防災設備の設置状況を調査し、平面に記録した。

多摩支店、東村山総合社屋、本社別館に設置してある防災設備の種類と設置場所、ならびにそれらの位置を記入した人の数を、それぞれ図3-47、図3-48、図3-49に示す。

1) 設備ごとの認知状況

①消火栓ボックス

消火栓ボックスは、赤い標示ランプが点灯していること、廊下の壁ぎわに設置されていくことなどから、比較的よく認知されているが、特に、日常動線上にある避難階段付近、廊下から事務室への入り口付近にあるものがよく認知される傾向がみられる。

②消火器

廊下部分に設置してある消火器は、室内のものよりもよく認知されている。しかし、日常動線からはずれた位置にあるものは、あまり認知されていない。また、事務室内にあるものについては、自分の席の近くにあるものが比較的よく認知されている。

③救助袋

1カ所でも救助袋のある位置を知っている人は、約40%であった。救助袋は収納箱に納めて窓際に設置されてあるが、そのまわりに積まれた書類や物品等に囲まれており、また収納箱が白色であるため、目立ちにくいものが多くかった。

救助袋は、位置を知っているだけでは意味がなく、その使用方法を知っていないと、非常時に十分役立たない。少なくとも、非常時に何らかの役割を果たす責務にある人は、その使用方法を熟知しておく必要がある。

③避難誘導標識

避難誘導標識には、非常口や避難階段までの避難方向を示す通路誘導灯と、外部や避難バルコニーへの出口、避難階段への入口の位置を示す避難口誘導灯の2種類がある。多摩支店には、避難誘導標識が数多く設置されているが、廊下にあるものは視界の中心からはずれた床面に設置されており、しかも床面にシールを貼った非照明タイプであるため、あまり認知されていない。なお全般的には、非常口誘導灯のほうが、よく認知されている。

④その他

防火戸は、避難階段に付随しているものがよく認知されているが、廊下の途中に設置されたものは認知されにくい。防煙垂れ壁は、東村山総合社屋の事務室天井に設置されているが、これらを認知していると回答した人は、いなかった。

2) 階別の認知状況

階別にみると、1階で勤務している人が、防災設備の位置の認知割合が低い傾向がある。これは、他の階に比べて避難に対する危機感が薄いためと思われる。このことは、アンケートによる意識調査でも、多摩支店と東村山総合社屋の1階に勤務している人の、避難方法を考えていると答えた人数の割合がやや低いことにも現れている（表3-3～表3-5）。

b. 認知の程度に影響する要因

日常動線として頻繁に使われている経路上にある防災設備は、よく認知されている（消火栓ボックス、防火戸、消火器）。また、視界にはいりやすい高さにあるもの（壁・天井付きの避難誘導標識）は認知されやすいが、視界の中心からはずれたもの（床面の誘導標示、防煙垂れ壁）は、認知されにくい。

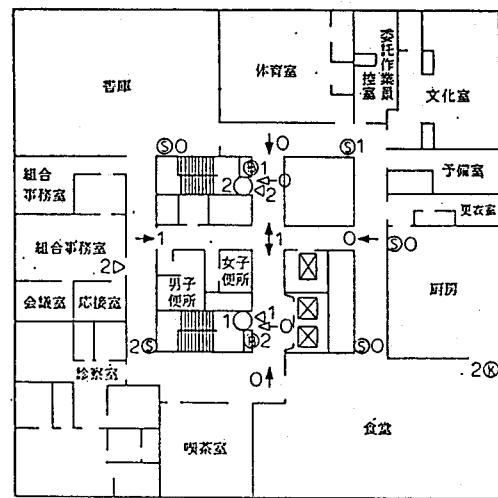
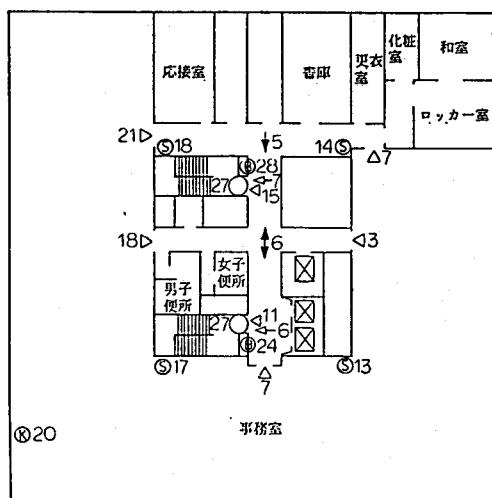
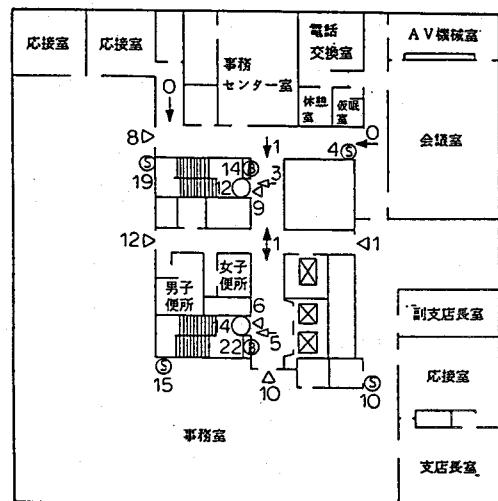
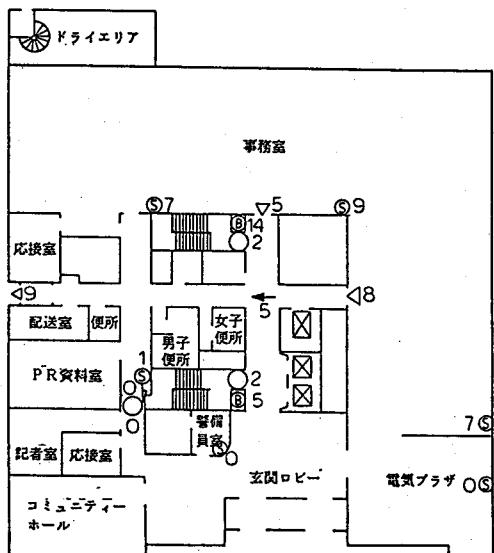
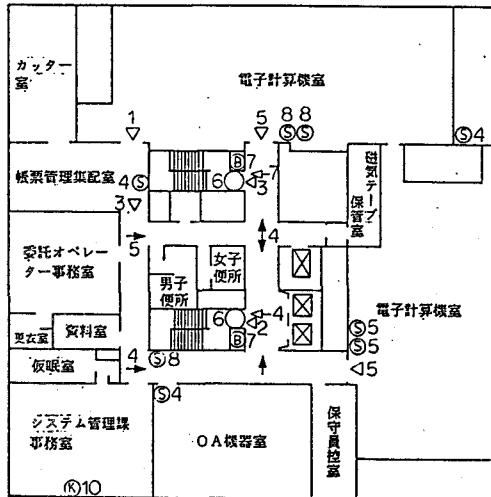
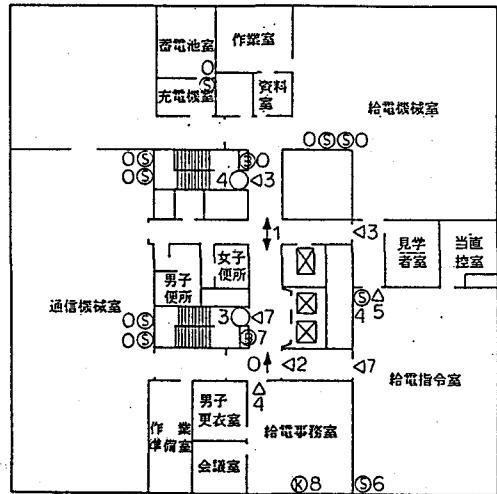


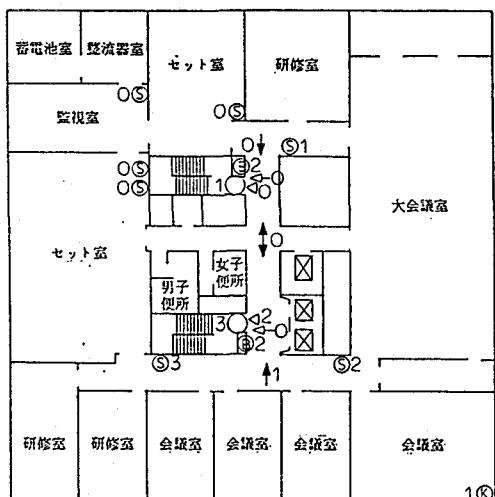
図3-47 多摩支店における防災設備の認知状況



5 階



6 階

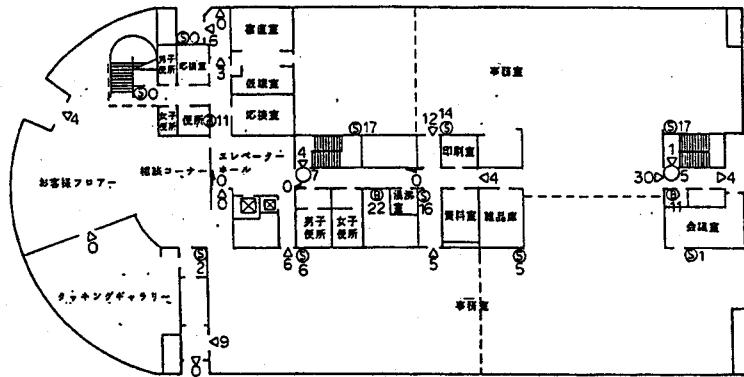


7 階

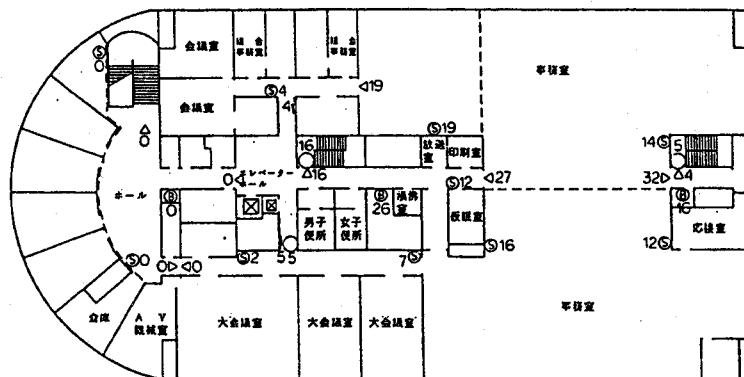
<記号凡例> (図3-47~図3-49に共通)

- 消防栓ボックス ⑧
- 消火器 ⑤
- 救助袋 ⑩
- 避難口誘導灯
 - 天井付近に設置 △
 - 床面に設置 →
- 通路誘導灯
 - 天井付近または床面に設置 →
 - 壁面に設置 →
- 防火戸 ○
- 防煙垂れ壁 - - -

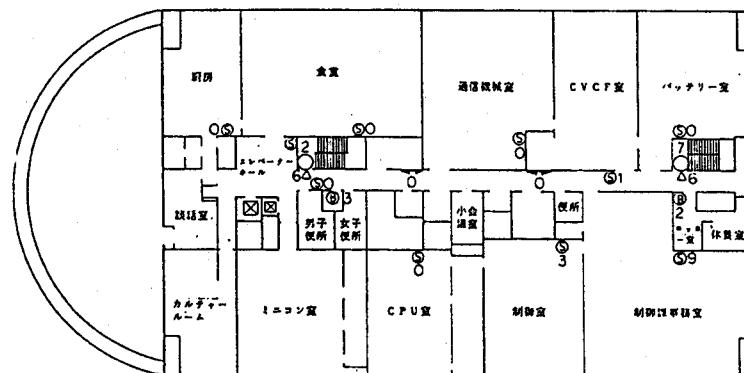
図3-47 多摩支店における防災設備の認知状況（続き）



1階

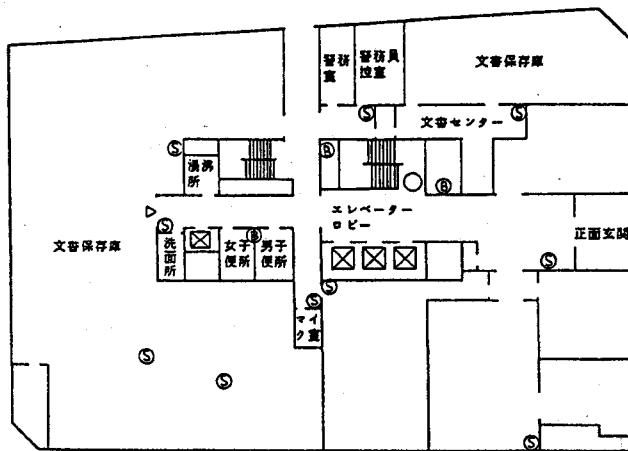


2階

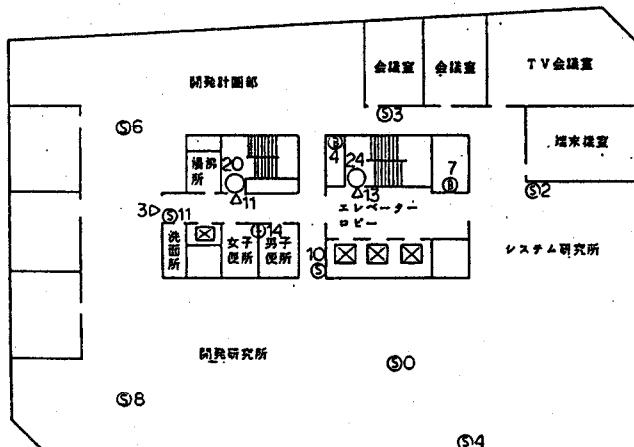


3階

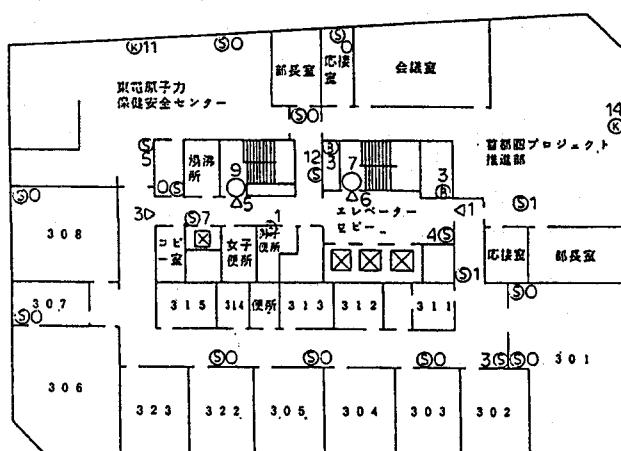
図3-48 東村山総合社屋における防災設備の認知状況



1階



2階



3階

図3-49 本社別館における防災設備の認知状況

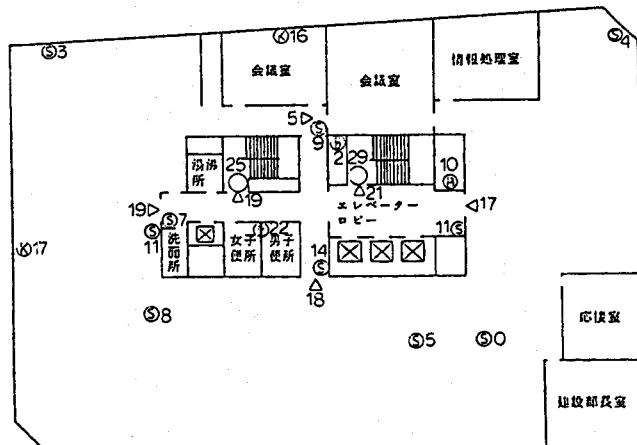
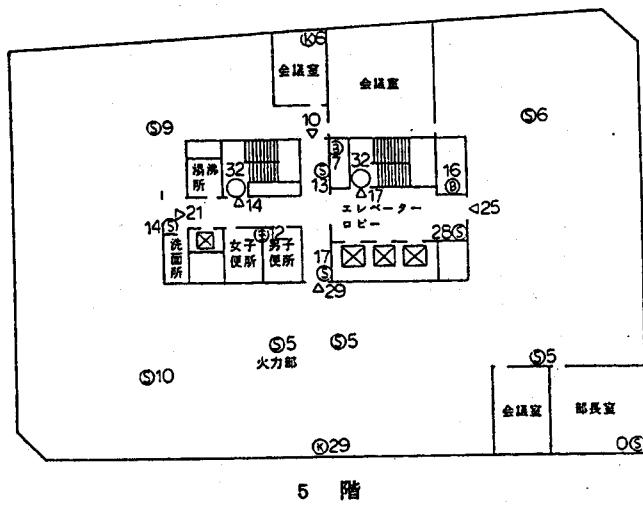
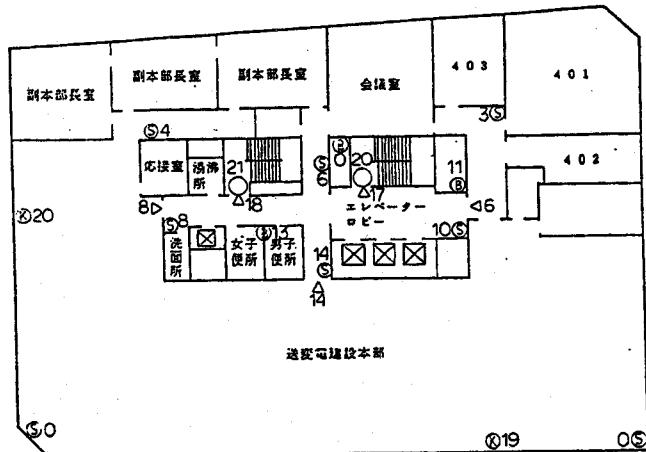
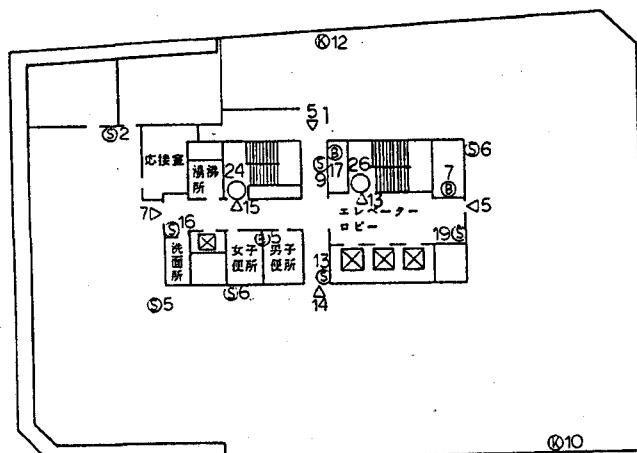
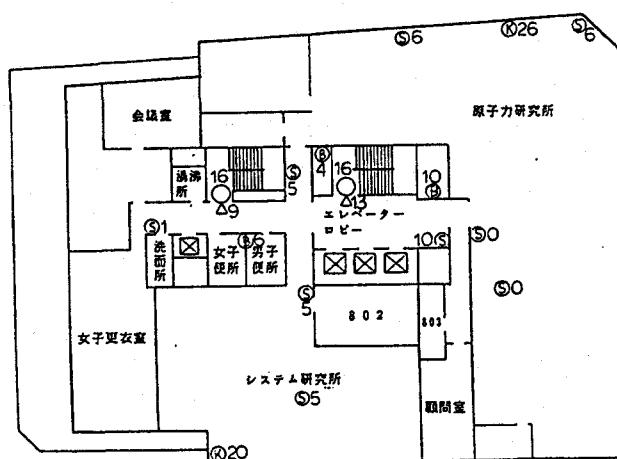


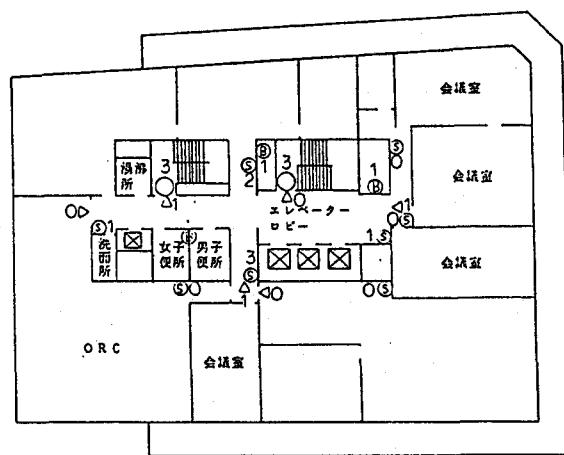
図3-49 本社別館における防災設備の認知状況（続き）



7 階



8 階



9 階

図3-49 本社別館における防災設備の認知状況（続き）

3.3 まとめ

調査の結果明らかになった問題点と、新たに得た知見を以下にまとめる。

a. 明らかになった問題点

①1階の勤務者は、日頃から避難方法を考えている人の割合が低く、また防災設備の認知状況もよくない。しかし、1階に勤務している人でも上階に行くこともあるであろうし、非常時に何らかの役割を果たすためにも、避難に対する日頃からの意識の向上をはかる必要がある。

②非管理職ほど、また年令層が低いほど、避難方法を考えている人の割合が低く、指示を待つ人の割合が高い。しかし、非常時のことを考えると、職階や年齢に関係なく、全員が日頃から避難について考えておく必要がある。

③防災設備は、日常動線上に設置されたものが比較的よく認知されているが、日常動線からはずれているもの、視界の中心からはずれているもの、書類や物品に埋もれたものは、認知されにくい傾向がみられた。設置されている防災設備の種類とその位置が広く認知されていないと、非常時にそれらを有効に利用できず、消火活動や安全な避難に支障をきたすおそれがあるため、防災設備の設置場所は、図面上の検討だけでなく、人間の行動や心理面をも考慮して決定する必要があろう。

b. 新たに得た知見

①出勤および退社時は、上階移動（出勤時）、下階移動（退社時）とも、移動階数が2と3の間で利用率が急激に低下するが、勤務中の上階移動および下階移動では、移動階数が1から2にかけて階段利用率が急激に低下する。

②勤務中の事務所内移動における動線のうち97.7%が最短経路で、最短経路志向が非常に強く、従来の説を強く裏付けている。

③自分の席から目標地点までの最短経路が2本ある場合には、早く廊下に出られる経路を選択する傾向がある。また、多少遠回りであっても、早く廊下に出られる経路があれば、実際の最短経路よりもそちらの経路が選択されやすい。このことは、避難シミュレーションに経路選択行動を組み込む仮定条件として重要であるため、今後さらに調査を進める必要がある。

注

- 1) これについては、堀内三郎・小林正美らが詳細に明らかにしている（文1, 文2）。
- 2) 勤務中の階移動の状況を調べた研究としては、英國国鉄の事務所ビル（10階建て、700人収容）において、観察者を各階の階段とエレベーターホールに配し、移動してきた人に、今何階移動してきたかを尋ねた、D. J. CarterとB. Whiteheadの研究（文3）がある。
- 3) 厳密には動線の通過頻度まで調べる必要があるが、調査の限界上、記入された動線を重ね合わせて表現し、これを日常的な人の動きとみなした。しかし、この方法でも日常動線の様子を、かなり明確に浮かびあがらせることができた。

第4章 建築の避難安全性の定量的評価指標の設定

4.1 建築の安全性とその評価

(1) 建築の安全性について

建築は何よりもまず安全でなければならない。建築に要求される安全性は非常に多岐にわたるが、それらは次の四つに集約されるであろう。

①構造上の安全性

固定荷重や積雪荷重はもちろんのこと、地震や台風などの外力に対して十分な構造耐力や耐震性を有し、建物自体の損傷や崩壊を防いで、建物内の人間や財産を守る。

②日常災害に対する安全性

墜落、転落、転倒、はさまれ、こすりなど、日常生活において起こりうる災害の発生を防止し、安全な日常生活を保証する。

③火災に対する安全性

火災が発生しても拡大・延焼しないように、防火区画や消火設備を設ける、内装に不燃材料を用いる、火災により建物が崩壊しないように耐火構造とするなどの方法で、火災から人命や財産を守る。

④避難に対する安全性

火災が発生しても、建物内の人間が火や煙に被曝することなく、すみやかに安全な場所に避難できるような空間構造になっている。③の火災に対する安全性との関連が深く、広義には③に含まれることもある。

(2) 建築の安全性評価の現状

本論文では、以上に示した建築に要求される四つの安全性のうち、③と④を対象とする。それぞれの安全性の評価の現状は、以下のようになっている。

a. 火災に対する安全性の評価

火災に対する安全性の評価手法は、各方面で開発が行われている。以下に、

主な評価手法を列挙する¹⁾。

①東京都火災予防審議会の防災性能評価法

対策事項を「予防・発生・成長防止」、「拡大抑止」、「避難・救助」の三つに分け、それぞれの得点の合計で防災性能を評価する。

②建設省の住宅防火安全性能評価法

評価システムが「出火防止性能」、「初期拡大防止性能」、「延焼拡大防止性能」、「類焼防止性能」、「避難安全性能」の五つのサブ評価システムで構成され、それぞれにおいて定められたグレードで、火災フェーズの遷移の抑制性能を評価する。

③NBSの保険医療施設防火安全評価法

アメリカのNBS（米国標準局）とHEW（保健教育福祉省）の共同研究により、医療施設の防火安全性の評価を目的として1978年に提案された。患者の行動能力や年齢などに基づく「在館者危険度」、構造体の防火性、煙制御システム、スプリンクラーシステムなどの防火対策に基づく「建築安全対策」、火煙の区画内への封じ込め、消火、避難安全性が別々に達成されることをチェックする「安全冗長度」の三つを評価の基本概念とし、合計得点で防火安全性を評価する。

④GSAのデシジョンツリー

アメリカのGSA（General Service Administration）が、防災対策相互の関係や諸要因の関係を定量的に明らかにするために開発した。避難時間の設定や二方向避難、避難経路の安全性の確保などにより「在館者に安全な環境を与えること」、「消防活動のスペースが守られていること」、「政府施設の出火確率は周辺の建築物以下の0.01%より小にすること」の三つの防災目標水準を設定している。

⑤UTIのERICメソッド

1968年にスイスで開発された評価手法であるGretener Methodを、フランスで国情に合わせて改良した手法である。避難時間、煙濃度、煙の毒性など五つの要素からなる「人間に対する火災危険」、火災荷重、階数、防火区画および動線の形態など七つの要素からなる「財産に対する火災危険」、建物の配置、発見と警報、消火など五つの要素からなる「防御対策要素」という、

三つの評価要素を用いる。

b. 避難時の安全性の評価

避難時の安全性を評価する代表的な指標が、避難時間である。避難時間の計算方法は、戸川喜久二の群集流動理論式をベースにしており、以後の研究の発展に多大な貢献をした。この考え方は避難シミュレーションにも取り入れられ、避難安全性の評価手法として定着している。

また、これとは別に上記(2)aで紹介した「火災に対する安全性の評価」にも、避難安全性の評価手法を提案したものがある。特に「建設省の住宅防火安全性能評価法」は、対象とする空間から安全域にいたる避難経路のネットワークを形成し、各頂点間の経路の信頼度（扉やバルコニーの形状・寸法等に応じて0～1の値をとる）を与える、ネットワーク全体の信頼度を算定するもので、シミュレーションに頼らない、簡便で実用性の高い方法である。

一方、建設省の総合技術開発プロジェクト「建築物の防火設計法の開発」(文3)の第3巻では、熱や煙からの安全性の確認のための具体的な条件を提示している。

(3) 本研究における避難安全性の考え方

上記(2)bで紹介した避難安全性の評価方法は、かなり精緻な評価結果が得られるという利点がある一方で、間仕切の位置、廊下の位置・寸法、開口部の位置・寸法・種類、避難階段や避難バルコニーの位置・寸法などの建築計画の諸要素がほぼ決定していないと正しい評価結果が得られないため、基本計画段階での検討には必ずしも適していない。

本研究では、基本計画段階における適用性を高めるため、以下の三つの条件を満たす評価手法の開発をめざしている。

- ① 実際の避難安全設計において重要であり、かつ設計者が設計時に念頭に置く評価指標を用いる。
- ② 避難階段や避難バルコニーの配置や避難経路形状による避難安全性の変化を、合理的かつ客観的に評価する。
- ③ 基本計画の段階で計画案の評価結果が短時間で得られ、計画案へのフィードバックが容易である。

4.2 避難安全性の定量的評価について

(1) 避難安全性を左右する建築計画上の要因

建物内の避難経路としての通路や廊下が単純明快であれば、いずれかの避難施設に到達するのは、そう困難なことではない。逆に、避難経路としての通路が複雑であっても、適正な場所に避難施設を配置すれば、あまり迷うことなく、いずれかの避難階段に到達できる。また一般に、避難施設の数を増やしていくほど、いずれかの避難施設に到達できる可能性が高くなる。このように、建築計画的視点からみた建物の避難安全性は、

- ①避難経路としての通路の平面形状
- ②避難施設の位置
- ③避難施設の数

の三つに左右されることがわかる。

(2) 避難施設配置の有効性の定量的指標の設定

実際の避難安全設計にあたっては、次の三つが重要であることが、多くの文献で指摘されている。

- ①避難施設までの避難経路が明快である。
- ②建物のどこからでも二方向避難が可能である。
- ③建物のどこからでも短い歩行距離で避難施設に到達できる。

しかし、建築平面が大規模あるいは複雑になるにつれて、これらの条件がどの程度満足されているのか、あるいは避難経路や避難施設を変更した案が果たして改善されているのかどうかを、直感で正確に判断することが困難になる。特に、平面を明快にすることは、多くの文献でその重要性が指摘されてきたが、そのいずれにおいても、明快さについては定性的にしか表現されていない²⁾。これらの条件を、何らかの方法で定量的に表現することが可能になれば、避難安全性を定量的に表現する可能性が開けてくる。

そこで、上記の三つの条件を、

- ①避難からみた建築平面の明快さ（以下「平面の明快さ」という）
- ②二方向避難の確保の程度（以下「二方向避難確保率」という）

③避難施設までの最大歩行距離（以下「最大歩行距離」という）という評価指標で表現し、これらを定量的に表現する方法の検討を行う。これらの評価指標は、4.1(3)で示した三つの条件を満足するうえ、設計者が避難防災計画において具体的にイメージし、意識する設計条件としても適切であると考えられる。

(3) 建築空間のネットワークモデル化

建物の避難安全性を定量的に表現するためには、数学的記述が可能なように、建築空間を何らかの方法でモデル化して表現する必要がある。その一つに、建築空間を頂点（node）と辺（edge）で表現して、ネットワークに抽象化する方法がある。このネットワークを、隣接行列と距離行列で表現することは、避難安全性の計量化を可能にする有力な方法である。

本研究では、以下に示す基準によりモデル化する。

1) 頂点で表現する部分（図4-1）

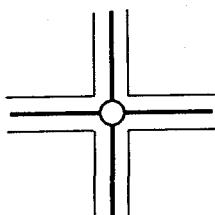
①通路の分岐点

②通路の行き止まり部分

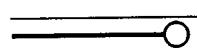
③分岐点間または分岐点と行き止まり点（避難施設に指定されている場合を含む）間の任意の部分

2) 辺で表現する部分

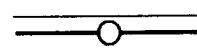
①頂点間の通路部分



①通路の分岐点



②通路の行き止まり点



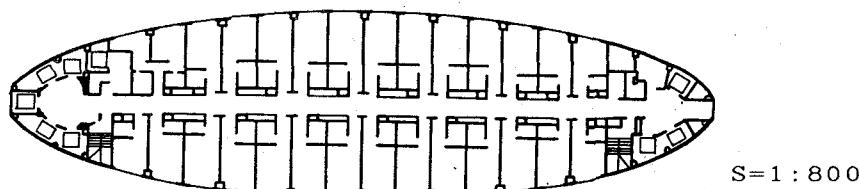
③①～①間または
①～②間の任意の点

図4-1 頂点による通路のモデル化

4.3 避難からみた平面の明快さの概念とその計量化

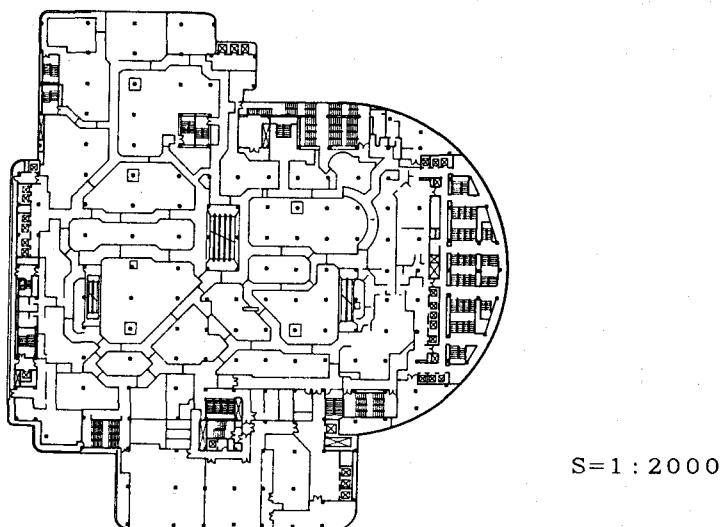
(1) 平面の明快さの概念

避難の点から平面を見た場合、避難経路としての通路の平面形状が単純明快で、通路にそって避難すれば、いずれかの避難施設に必ず到達できるのが理想である。もっとも明快な平面は、一本道の避難経路の両端に避難階段があるので、中廊下式オープンコア型の事務所ビルや超高層ホテルなどに実例がある(図4-2)。逆に、大規模商業施設の売り場のように、複雑な通路を持つ大規模な平面では、なかなか避難階段が見つからないことがある(図4-3)。



神戸ポートピアホテル（1981年竣工）の基準階平面図

図4-2 一本道の通路の例



横浜新都市ビル（キーテナント「横浜そごう」、1985年竣工）の5階平面図

図4-3 迷路状の通路の例

このように、避難からみた平面の明快さは、通路の複雑さに関係していることがわかる。しかし、非常に複雑な通路形状であっても、避難階段を増設すれば、次第に避難階段を見つけやすくなり、もしすべての曲がり角や分岐点ごとに避難階段があれば、迷うことなく避難階段を見つけることができるはずである。したがって、避難からみた平面の明快さを高めるには、避難階段を数多く配置すればよいことも、また明らかであろう。

以上のことから、避難からみた平面の明快さは、避難経路としての通路形状自体の複雑さ、避難施設の数、避難施設の配置場所の三つに左右されることがわかる。

実際の設計においては、法規の範囲内で設計者の経験や勘に基づき、避難経路や避難施設が計画されるが、1フロアの床面積が10,000m²を越えるような建物が出現するにいたり、経験や勘に基づく判断では、避難上の思わぬ盲点に気付かなかったり、避難からみて非効率的な避難施設配置になるおそれが生じてきた。

このようなことは、平面の明快さを定量的にとらえることにより避けられ、その結果、異なる計画案の優劣比較や改善の程度の把握が可能になる。

(2) 平面の明快さの計量化

a. 平面の明快さの計量化の考え方

任意の2頂点間を結ぶ最短経路が複雑であるか明快であるかは、その経路上に存在する頂点の数と、頂点の枝分かれの程度（次数の大きさ）に依存する。この次数の大きさを表現する指標としては、①最短経路上に存在する頂点の次数の総和に基づくもの、②最短経路上に存在する頂点の次数の総乗に基づくものの2通りが考えられるが、最短経路が複数存在する場合の数学的処理の容易さ、微妙な差の見分けやすさ、および直感的理解のしやすさからは、②のほうが適している。

そこで、以下では頂点の次数の総乗に基づいて、平面の明快さを計量化する方法を考える。

まず建築平面を、n個の頂点 $V = \{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$ とm本の辺 $E = \{e_1, e_2, e_3, \dots, e_m\}$ で構成される、連結であるネットワーク $G = [V, E]$

で抽象化する。ネットワークが連結であれば、ネットワーク上の任意の2頂点 v_i と v_j ($i, j = 1, 2, 3, \dots, n$) を接続する最短経路は少なくとも1本存在する。その本数を s_{ij} 本 ($s_{ij} \geq 1$) とし、そのうちの u 番目 ($1 \leq u \leq s_{ij}$) の最短経路上において、 v_i を出発地点とし、 v_i から数えて h 番目 ($h = 0, 1, 2, \dots$) の頂点における選択可能経路数 $d_h(u)$ を、以下のように定める。ただし、出発地点である頂点 v_i においては、 $h = 0$ とする（図4-4）。

1) 出発地点 ($h = 0$) における選択可能経路数

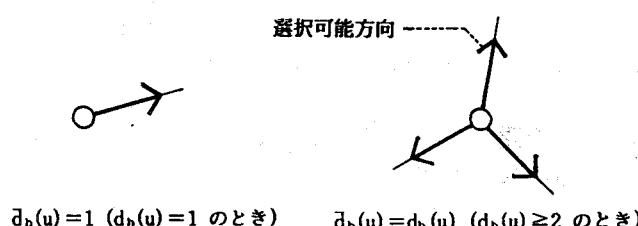
$$\bar{d}_h(u) = \begin{cases} 1 & (d_h(u) = 1 \text{ のとき}) \\ d_h(u) & (d_h(u) \geq 2 \text{ のとき}) \end{cases}$$

2) 通過点 ($h \geq 1$) における選択可能経路数

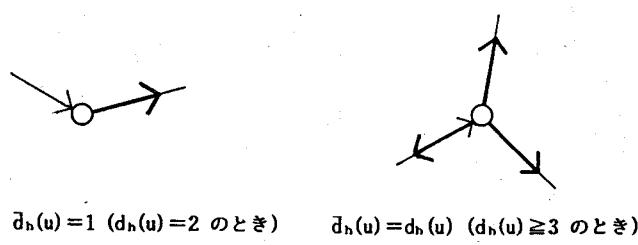
$$\bar{d}_h(u) = \begin{cases} 1 & (d_h(u) = 2 \text{ のとき}) \\ d_h(u) & (d_h(u) \geq 3 \text{ のとき}) \end{cases}$$

$d_h(u)$: 頂点 v_i から頂点 v_j に至る u 番目の最短経路上の、

v_i から数えて h 番目の頂点の次数



a. 出発地点 ($h=0$) における選択可能経路数 $\bar{d}_h(u)$



b. 通過点 ($h \geq 1$) における選択可能経路数 $\bar{d}_h(u)$

図4-4 頂点における選択可能経路数の概念図

出発地点 v_i から頂点 v_j に至る u 番目の最短経路のトポロジー的なつながりの明快さを $d_h(u)$ の逆数の総乗で表し、これを $c(u)_{ij}$ とする（図 4-5）。すなわち、

$$c(u)_{ij} = \prod_h \bar{d}_h(u)^{-1} \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

$$(0 < c(u)_{ij} \leq 1)$$

よって、 $v_i \sim v_j$ 間の各最短経路の $c(u)_{ij}$ の和は次式で表される（図 4-6）。

$$e_{ij} = \sum_{u=1}^{s_{ij}} c(u)_{ij} \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$(0 < e_{ij} \leq 1)$$

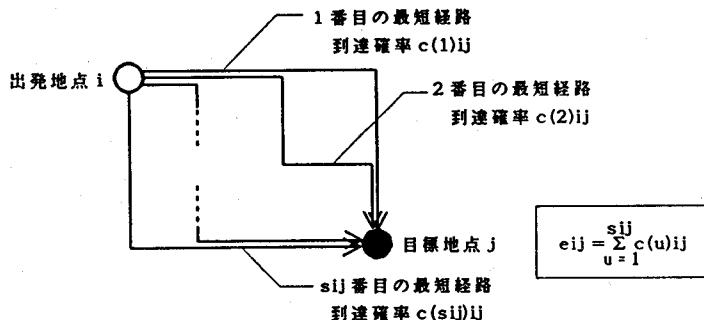
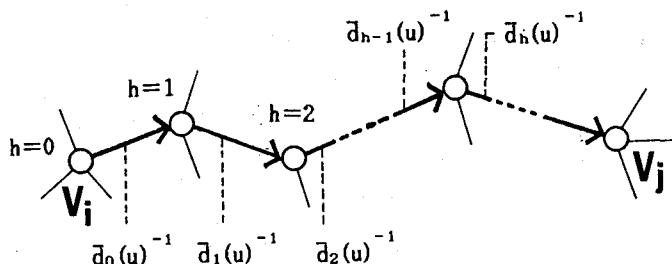


図 4-5 任意の 2 つの頂点間のトポロジー的なつながりの明快さの概念図



$$c(u)_{ij} = \bar{d}_0(u)^{-1} \times \bar{d}_1(u)^{-1} \times \bar{d}_2(u)^{-1} \times \dots \times \bar{d}_h(u)^{-1} \times \dots$$

$$= \prod_h \bar{d}_h(u)^{-1}$$

図 4-6 $v_i \sim v_j$ 間の各最短経路 $c(u)_{ij}$ の和の概念図

この e_{ij} を、 v_i から v_j に至る最短経路の明快さと定義する。 e_{ij} の値は、 ネットワークのトポロジー的性質のみに依存する。 $e_{ij} = 1$ となるのは、 v_i から v_j に到達しうる経路がすべて分歧点のない 1 本道であり、 しかもその長さがすべて等しい場合に限られる。

以上は、 目標地点としての避難施設が 1 カ所の場合であるが、 避難施設が複数存在する場合も考慮すれば、 式 (2) は次式のように一般化される (G は避難施設に設定した頂点の集合、 $j \in G$ は G に属する第 j 列の頂点を表す)。

$$\sum_{j \in G} e_{ij} = \sum_{j \in G} \sum_{u=1}^{s_{ij}} c(u)_{ij} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (3)$$

$$(0 < \sum_{j \in G} e_{ij} \leq 1)$$

次に、 式 (3) を全頂点について総和をとり、 全頂点数 n で除した値 E を考える。 すなわち、

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j \in G} e_{ij} / n \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (4)$$

$$(0 < E \leq 1)$$

式 (4) で表される E を、「平面の明快さ」と定義する。 E の値は、 ネットワーク上のどの頂点も、 枝分かれのない 1 本道で、 いずれかの避難施設とつながっている場合に限り $E = 1$ となり、 逆に無限に大きいネットワークに、 有限個の避難施設を配置した場合に $E \rightarrow 0$ となる。

この指標は、 以下に示すような利点があるため、 計画上有効な評価指標と考えられる。

- ① ネットワークがトポロジー的に同相で、 かつ寸法的に相似であれば、 同じ避難施設配置に対する E の値は、 ネットワークの規模に影響されない。
- ② ネットワークの規模・形状・避難施設の配置にかかわらず $0 < E \leq 1$ となるので、 まったく異なる平面どうしであっても、 避難施設の配置案の相互比較が可能になる。
- ③ $E = 1$ を達成の目標値にすればよいので、 明快さの達成度合が容易に把握できる。
- ④ E の値は頂点の次数の逆数の総乗に基づいているので、 視覚的には微妙な

配置の差でも、Eの値でみればその差を大きくとらえることができる。

b. 平面の明快さの演算手順

ネットワークモデル化した迷路において、目標地点に設定した頂点（避難施設の配置場所）に接続するすべての辺を、その頂点を終点とする有向辺にして目標地点を吸収的に扱う（図4-7）。

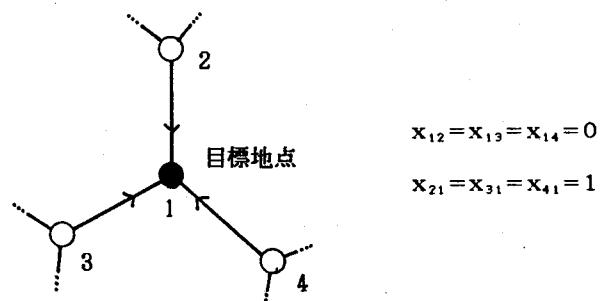


図 4-7 目標頂点の吸収化

そのネットワークの隣接行列 C を

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & (v_i \text{ と } v_j \text{ が直接接続しているとき}) \\ 0 & (v_i \text{ と } v_j \text{ が直接接続していないとき}) \end{cases}$$

距離行列 L を、

$$x_{i,j} = \begin{cases} v_i \text{と } v_j \text{の距離} & (v_i \text{と } v_j \text{が直接接続しているとき}) \\ (\text{正の有限値}) & \\ \infty & (v_i \text{と } v_j \text{が直接接続していないとき}) \\ 0 & (i = j \text{ のとき}) \end{cases}$$

とおく。

Cに、要素がすべて1の(n, 1)行列Iをかけ、

$$d = C \cdot I = \begin{bmatrix} d_1 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (7)$$

すると、 d_i は頂点 v_i の次数を表す。したがって、 $x_{i,j}/d_i$ は出発地点 v_i から1本の辺を通って隣接頂点 v_j に到達する確率を表す。ただし1ステップ後に同一頂点に戻ってくるのを排除するため、 $x_{i,i}/d_i = 0$ とおく。この $x_{i,j}/d_i$ を要素とするn次の正方行列をPとおき、その要素を $p_{i,j}$ とする。すなわち、

$$p_{i,j} = \begin{cases} 1/d_i & (d_i \geq 2 \text{ のとき}) \\ 1 & (d_i = 1 \text{ のとき}) \end{cases}$$

また、n次の正方行列 \bar{P} の要素 $\bar{p}_{i,j}$ を次のように設定する。

$$\bar{p}_{i,j} = \begin{cases} 1/d_i & (d_i \geq 3 \text{ のとき}) \\ 1 & (d_i = 1, 2 \text{ のとき}) \end{cases}$$

(d_i : 頂点 v_i の次数)

一方、分岐点のない頂点($d_i = 2$)では、逆戻りすることなく前進するため、 $d_i = 2$ となる d_i のみを $d_i = 1$ に置換し、新たに(n, 1)行列

$$\bar{d} = \begin{bmatrix} \bar{d}_1 \\ \vdots \\ \frac{1}{2} \\ \bar{d}_n \end{bmatrix} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (8)$$

$$\bar{d}_{ij} = \begin{cases} d_{ij} & (d_{ij} \neq 2 \text{ のとき}) \\ 1 & (d_{ij} = 2 \text{ のとき}) \end{cases}$$

を考えると、 x_{ij}/\bar{d}_{ij} （ただし $x_{ij}/d_{ij} = 0$ ）は、出発地点から2本以上のパスで隔たった頂点 v_i における隣接頂点 v_j への経路を選択する確率を表す。

x_{ij}/\bar{d}_{ij} を要素とする n 次の正方行列を \bar{P} とおき、一般の行列演算の定義にしたがって

$$P^2 = P \cdot \bar{P} \quad \dots \quad (9)$$

を計算する。

次に、距離行列の乗算を、次のように定義する。

$$L^s = L \cdot L^{s-1} \quad \dots \quad (10)$$

$$1_{ij}^{(s)} = \begin{cases} \min(1_{ik} + 1_{kj}^{(s-1)}) & (i \neq j \text{ のとき}) \\ 0 & (i = j \text{ のとき}) \end{cases}$$

$(s = 2, 3, 4, \dots, m)$

この定義にしたがって、まず L^2 を計算し、 v_i と v_j を2本の辺でつなげる距離 $1_{ij}^{(2)}$ の経路のなかに1本の辺からなる距離 1_{ij} の経路より短いものがあれば、 P の要素 x_{ij}/d_{ij} を P^2 の要素 $(x_{ij}/d_{ij})^{(2)}$ に、 L の要素 1_{ij} を L^2 の要素 $1_{ij}^{(2)}$ に置換し、それぞれを新たに P^2 の要素 $(x_{ij}/d_{ij})^{(2)}$ および L^2 の要素 $1_{ij}^{(2)}$ とする。また、 v_i と v_j を2本の辺でつなげる距離 $1_{ij}^{(2)}$ の経路のなかに 1_{ij} と同じ距離のものがあれば、 x_{ij}/d_{ij} に $(x_{ij}/d_{ij})^{(2)}$ を加え、これを P^2 の要素 $(x_{ij}/d_{ij})^{(2)}$ とする。ただし、同一の辺を往復する経路を排除するため、 $(x_{ij}/d_{ij})^{(2)} = 0$ とする。

こうして求めた P^2 の要素 $(x_{ij}/d_{ij})^{(2)}$ および L^2 の要素 $1_{ij}^{(2)}$ が、それぞれ v_i と v_j を2本以下の辺で接続する最短経路を通って v_i から v_j に到達する確率の総和、およびその最短経路の距離を表す。

次に、

$$P^3 = P^2 \cdot \bar{P} \quad \dots \quad (11)$$

$$L^3 = L \cdot L^2 \dots \quad (12)$$

を計算し、 v_i と v_j を3本の辺でつなげる距離 $l_{ij}^{(3)}$ の経路のなかに、2本以下の辺からなる距離 $l_{ij}^{(2)}$ の経路より短いものがあれば、さきほどと同様の置換を行ない、 v_i と v_j を3本以下の辺で接続する最短経路を通って v_i から v_j に到達する確率 $(x_{ij}/d_{ij})^{(3)}$ 、およびその最短経路の距離 $l_{ij}^{(3)}$ を求める。

以下、同様にして、

$$P^s = P^{s-1} \cdot \bar{P} \dots \quad (13)$$

$$L^s = L \cdot L^{s-1} \dots \quad (14)$$

$$(s = 2, 3, 4, \dots, m)$$

を計算し、同様の操作を $L^s = L^{s+1}$ となるまで続けると、 v_i と v_j をs本以下の辺で接続する最短経路を通って v_i から v_j に到達する全確率 $(x_{ij}/d_{ij})^{(s)}$ 、およびその最短経路の距離 $l_{ij}^{(s)}$ が求まる。

こうして最終的に得た $(x_{ij}/d_{ij})^{(s)}$ が e_{ij} であり、 $l_{ij}^{(s)}$ が $v_i \sim v_j$ 間の最短距離である。

4.4 二方向避難率の概念とその計量化

(1) 二方向避難率の概念

二方向避難を確保するためには、どのようなネットワーク平面であっても、最低で2カ所の避難施設が必要であり、ネットワークの形状によっては、さらに多くの避難施設が必要になる。しかし、ネットワークが大規模かつ複雑になると、二方向避難からみて意味のない場所や、効率のよくない場所に避難施設を配置することが起こりうる。

ここで、ある頂点における二方向避難が満足されていることをトポロジー的に解釈すると、その頂点が、互いに重複区間を持たない複数の別々の経路で、少なくとも2カ所の避難施設とつながっていることになる。したがって、このことが全頂点について満たされているかをチェックし、二方向避難が確保されている頂点の重みの和の、全頂点の重みの和に対する比率を求めるとき、二方向

避難の確保の程度が、定量的にとらえられることになる。これが、二方向避難率の基本的な考え方である。

(2) 二方向避難率の計量化

頂点数 n のネットワークにモデル化した建築平面の頂点に避難施設を配置したときに、二方向避難ができる部分の頂点の重みの和の全頂点の重みの和に対する比率を、二方向避難率 R_a と定義する。頂点の重みとしては、その頂点が代表する部分の床面積や、日常的な滞留人数などが考えられる。以下に、 R_a の求め方を示す。

ネットワーク上の各頂点を順次、通行不能な仮想出火点 v_k ($k = 1, 2, 3, \dots, n$) に設定し³⁾、関数 $\delta(k)_{ij}$ ($i, j = 1, 2, 3, \dots, n$) を次のように定義する (G : 避難施設に設定した頂点の集合)。

$$\{\delta(k)_{ij}\}_{j \in G} = \begin{cases} 1 & (v_k \text{ が通行不能になっても } v_i \text{ が } G \text{ の} \\ & \text{いずれかと接続しているとき}) \\ 0 & (v_k \text{ が通行不能になると } v_i \text{ が } G \text{ と} \\ & \text{非接続になるととき}) \end{cases}$$

ある避難施設配置において、仮想出火点 v_k を順次移動させていっても常に $\{\delta(k)_{ij}\}_{j \in G} = 1$ となる、すなわち $\sum \{\delta(k)_{ij}\}_{j \in G} = n$ のときは、 v_k を通らずに v_i からいずれかの避難施設 G につながる経路が存在し、仮想出火点 v_k の位置にかかわらず、二方向避難が可能となるための最低必要条件が確保されていることを表す。また、仮想出火点 v_k を順次移動させたときに、少なくとも一度は $\{\delta(k)_{ij}\}_{j \in G} = 0$ となる場合がある、すなわち $\sum \{\delta(k)_{ij}\}_{j \in G} < n$ のときは、ネットワーク平面上のどこかに袋小路が存在することを表す。したがって、定義により二方向避難率 R_a は、次式で表される。

$$R_a = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i \cdot T_i)}{\sum_{i=1}^n w_i} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (15)$$

($0 \leq R_a \leq 1$)

w_i : 頂点 v_i の重み (≥ 0)

T_i : 頂点 v_i の二方向避難の可否を表す数値

ただし、

$$T_{ij} = \begin{cases} 1 & \left(\sum_{k=1}^n \{\delta(k)_{ij}\}_{j \in G} = n \text{ のとき} \right) \\ 0 & \left(\sum_{k=1}^n \{\delta(k)_{ij}\}_{j \in G} < n \text{ のとき} \right) \end{cases}$$

$R_a = 1$ となるのは、ネットワーク平面上のどの部分からも二方向避難が可能な避難施設配置のときであり、 $R_a = 0$ となるのは、どの部分からも二方向避難ができない避難施設配置のときである。

ネットワークの形状と避難施設配置が決まれば、 R_a の値は w_i のみに依存し、ネットワークの形状と避難施設配置のトポロジー的な同相性が保持されていれば、図形的な相似性がなくても R_a の値は変化しない。

4.5 最大歩行距離の概念とその計量化

(1) 最大歩行距離の概念

避難施設までの歩行距離が長すぎると、歩行避難時の安全性が十分に保証されないため、建築基準法では直通階段までの歩行距離の上限（以下「歩行距離制限値」という）が定められている。避難施設の配置においては、避難施設までの最大歩行距離 (D_w) を歩行距離制限値 (L_w) 以内におさえ、かつ可能な限り短縮する必要がある。そのためには、まず配置する避難施設数を増やすことが考えられるが、避難施設が多くなると建築計画上の制約が大きくなるため、むやみに避難施設を増設することは現実的でない。そこで、少ない避難施設で可能な限り最大歩行距離を短縮するための、効率的な配置の検討が必要になる。

(2) 最大歩行距離の計量化

最大歩行距離 (D_w とする) は、平面の明快さ E の演算で得た距離行列の最終演算結果 L^s (式 (14))において、避難施設群 G に属する頂点の第 j 列 ($j \in G$) の要素群 $\{1_{ij(s)}\}_{j \in G}$ (すなわち任意の頂点 v_i から各避難施設までの最短距離) の最大値 $\max\{1_{ij(s)}\}_{j \in G}$ の最大値で定義する (図4-8)。

したがって、 D_w の最小化は $\{1_{ij(s)}\}_{j \in G}$ の最大値を最小化する配置、すなわち $\min \cdot \max\{1_{ij(s)}\}_{j \in G}$ を満足する避難施設群の配置⁴⁾により実現される。

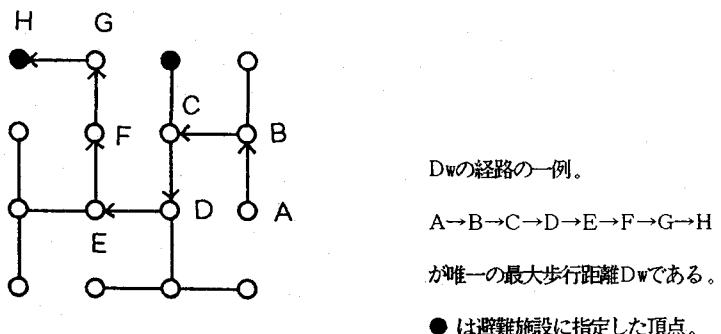


図4-8 最大歩行距離D_wの一例

ネットワークがトポロジー的に同相で、かつ寸法的に相似であれば、同じ避難施設配置に対するD_wの値は、ネットワークが大規模になるほど大きくなり、「平面の明快さ」や「二方向避難率」と違って規模に影響される。

4.6 まとめ

建築の避難安全性については、さまざまな考え方があるが、ここでは計量化の容易さと基本計画での適用性の2点を重視して、「平面の明快さ」、「二方向避難率」、「最大歩行距離」の三つの評価指標を設定し、それぞれの概念とそれらを定量的に表現するための方法を示した。

このうち特に「平面の明快さ」は、避難計画上重要であるにもかかわらず、従来は定性的表現のレベルにとどまっていたが、これを定量的にとらえることにより、異なる平面どうしの「明快さ」を比較したり、通路形状や避難施設配置の変更・追加等による「明快さ」の変化の定量的把握が可能になった。このことは、避難施設配置の評価の問題にとどまらず、わかりやすい都市道路網の計画、街路や地下街におけるサイン配置計画などへの応用が期待できよう⁵⁾。

注

- 1) ここでとりあげた評価手法は、文2(pp. 24-52)によった。
- 2) 戸川喜久二は、階段が二つ以上あるときは、なるべく均等に分散すること

が大切であるが、その場合に必要なのは、階段の相互間の距離の大小よりも、むしろ階段の位置と相互の動線の明快さであると指摘している（文4, p. 127）。明快な通路の形状を具体的に示した例としては、次にあげる文献があるが、いずれも明快さを定性的に表現した段階にとどまっている。文4 (p. 127) は、避難経路の形状と避難の安全性の関係について具体的に言及した数少ない例であり、避難経路形状を X型, Y型, T型, 一型, Z型, ZZ型, H型, C C (Center Core) 型の 8 種類に分類したうえで、端部に避難口をとり、2 カ所の隅部を直角にして、そこに煙を断つ開口部をとったZ型を、避難に関して理想型としてあげている。文5では、「直線型の平面で廊下が真直に通り、その両端に階段をもつ形式に最も分り易い避難路をもつ。L字型やコ型で、端及び隅角部に階段をもつ場合が之に準じる」としている。また文6では、単純に抽象化した30種類の平面図形を被験者に見せ、way-findingの容易さを評価させている。

- 3) 堀内三郎は、避難計画の立案において、「出火のためその経路の使用が不可能となるような位置に仮想出火点を選定する」としている（文7, p. 160）ことから、仮想出火点を通行不能として扱う。そのためには、仮想出火点 v_k に接続するすべての辺を、 v_k を始点、 v_k の隣接頂点を終点とする有向辺にすればよい。
- 4) 施設の最適配置問題には、計画の目標に応じて、P-メディアン問題（総移動距離の最小化），P-センター問題（最大移動距離の最小化），最大カバレッジ問題（限界距離以内にある部分の重みの和の最小化）などがあるが、最大歩行距離の短縮化を目的とした避難施設の配置は、P-センター問題に相当する。
- 5) 「平面の明快さ」の演算プログラムの実行時に避難施設を指定しないと、ある頂点と他のすべての頂点とのトポロジー的なつながりの強さが、各頂点ごとに、0 ~ 1 の間の数値で求まるようになっている。この値が大きいことは、他の頂点から出発した人が、その頂点を通過する確率が高いことを意味するので、この値の大きい頂点に案内標示や誘導標識を配置することは、わかりやすいネットワークを実現する必要条件となる。

第5章 — 指標による避難施設配置の評価

5.1 避難施設配置の評価のためのモデルネットワークの設定

(1) 避難経路としての通路形状の類型化

避難施設配置の評価を行うモデルネットワークの基本形状を決定するため、実際にある建物の、避難経路として使われる通路の平面形状を調べ、通路形状を次の6種類に分類した（図5-1）。

①直線型

通路形状が一直線状になっているタイプで、通路の両端に避難階段がある。中廊下オープンコア型の超高層事務所ビルや、高層ホテルの宿泊棟に実例がみられる。

②背骨型

通路形状が、背骨のように「H字型」あるいは「連続H字型」になっているタイプである。中廊下オープンコア型の高層事務所ビルに実例が多い。

③巴型

コア部分を境にして、両側の平面をずらした建物に見られるタイプである。高層の事務所ビル、ホテルの宿泊棟、病院の病棟に実例がみられる。

④単回廊型（ロの字型）

通路形状が基本的に一つの回廊になっているタイプで、中央に光庭がとられている。高層事務所ビルや、ホテルに実例があるが、数は少ない。

⑤連続回廊型（日の字型、目の字型、田の字型）

通路形状が「ロの字型」の連続になっているタイプである。「日の字型」、「目の字型」の実例は外廊下オープンコア型の事務所ビルに多く、「田の字型」の実例は百貨店などの大規模商業施設の売り場部分に多くみられる。

⑥その他の型

以上のいずれにも属さない、特殊な平面型をしたもの。

呼称	基本型	主要実例	* ()内の数字は竣工年を示す ▽……避難階段 □……バルコニー
a.直線型		 安田火災海上本社ビル (1976) 神戸ポートピアホテル (1981)	 ▽避難階段 □バルコニー
b.背骨型	 	 三井物産ビル (1976) 新宿野村ビル (1978) 東芝ビルディング (1984)	
		 東京ガスビルディング (1984) 京王プラザホテル南館 (1980)	
c.巴型		 伊藤忠商事本社ビル (1980) 京王プラザホテル (1971) 大阪全日空ホテル シェラトン (1984)	
d.单回廊型 (ロの字型)		 新宿NSビル (1982) 京都センチュリーホテル (1981)	
e.連續回廊型 (日の字型・ 目の字型)		 大和生命ビル (1984) サンシャイン60 (1978) アクティ大阪 (1983)	
f.その他の型		 新潟県庁舎 (1985) 新宿住友ビル (1974) 第一勧銀本店 (1981)	

図5-1 避難経路としての通路の平面形状の分類

(2) モデルネットワークの設定

以上の分類を、トポロジー的な空間のつながりかたという視点から見直すと、その他の型を除く5種類を、次の3種類に統合できる。

①通路形状が木(tree)であるもの

直線型、背骨型がこれに相当する。

②通路が回路を構成しているもの

単回廊型(ロの字型)、および連続回廊型(日の字型、目の字型、田の字型)がこれに相当する。

③①と②の中間的な性質を持つもの

巴型がこれに相当する。

以上のことから、図5-2に示すような3種類のモデルネットワーク(いずれも頂点数 $n = 16$)を考える。ネットワーク1は、 4×4 グリッドの正方格子(辺数 $m = 24$, 回路階数 $\mu = 9$)、ネットワーク2は、ネットワーク1から5本の辺を取り除いたもの($m = 19$, $\mu = 5$)、ネットワーク3は、ネットワーク2からさらに4本の辺を取り除いて木の性質を持たせたもの($m = 15$, $\mu = 0$)で、それぞれ上記の②, ③, ①に対応する。

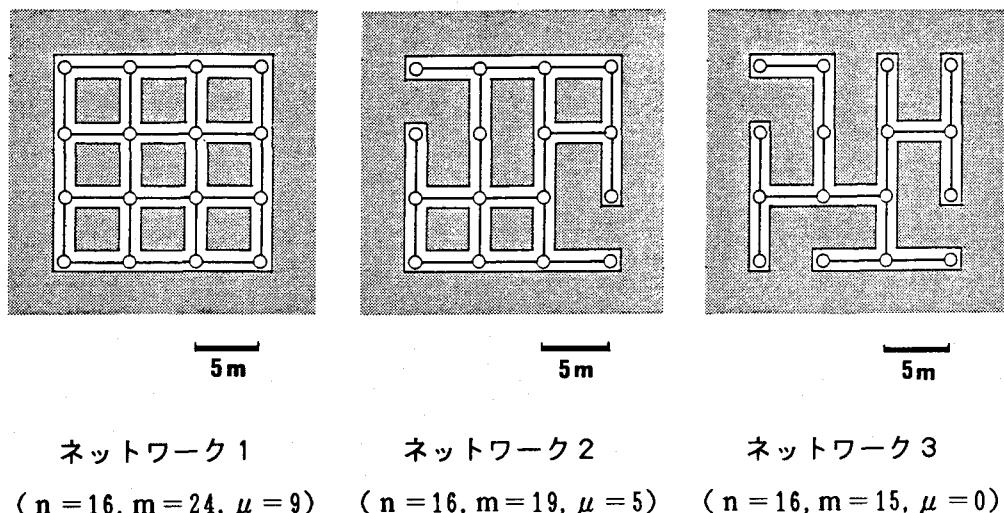


図5-2 モデルを適用する3種類のネットワーク

5.2 平面の明快さからみた避難施設配置の評価

図5-2に示す3種類のネットワークを対象に、第4章で定義した三つの評価指標E, Dw, Raのうち一つだけで評価した場合の避難施設の最適配置、すなわち $\max E$, $\max Ra$, $\min Dw$ となる配置（避難施設数 $r = 1 \sim 6$ ）を調べる。

なお、ネットワークのトポロジー的性質の影響のみを調べるために、各頂点の重み w_i をすべて均等に設定した。

(1) $\max E$ となる避難施設配置

a. ネットワーク1

図5-3に、 $\max E$ となる配置の一例を示す。避難施設は、四隅の頂点（次数2）を避けながら、できるだけ互いに隣接しないよう分散し、分岐点の頂点（次数3, 4）から配置されていく。

$\max E$ となる配置は $r = 1$ で4通り、 $r = 2$ で8通り、 $r = 3, 4$ で4通り、 $r = 5$ で12通り、 $r = 6$ で4通り存在する。これは、ネットワーク1が平面的に線対称かつ点対称であり、かつ各頂点の重みを均等に設定したためである¹⁾。

b. ネットワーク2

図5-4に、 $\max E$ となる配置を示す。避難施設を増やしていくと、袋小路の先端の頂点（次数1）を避けて、分岐点の頂点（次数3, 4）から配置されていく。ネットワーク1と同じく、避難施設が分散して配置される。

ネットワーク2は平面的に非対称であるため、各頂点の重み w_i をすべて均等に設定したにもかかわらず、 $r = 1 \sim 6$ では、 $\max E$ となる配置は図5-4に示す1通りに定まる。

c. ネットワーク3

図5-5に、 $\max E$ となる配置の一例を示す。避難施設は、できるだけ互いに隣接しないようにして、分岐点の頂点（ネットワーク3ではすべて次数3）から順に配置されていき、 $r = 1 \sim 6$ の間は、袋小路の先端部の頂点（次数1）に配置されることはない。

ネットワーク3は平面的に非対称であるため、 $\max E$ となる配置は $r = 1 \sim 5$ で1通り、 $r = 6$ で2通りに定まる。

$r=1$	$r=2$	$r=3$
他3通り	他7通り	他3通り
max E = 0.229	max E = 0.435	max E = 0.619
$r=4$	$r=5$	$r=6$
他3通り	他11通り	他3通り
max E = 0.758	max E = 0.849	max E = 0.917

図5-3 max E となる配置の一例
(ネットワーク1)

$r=1$	$r=2$	$r=3$
max E = 0.294	max E = 0.529	max E = 0.699
$r=4$	$r=5$	$r=6$
max E = 0.857	max E = 0.929	max E = 0.979

図5-4 max E となる配置
(ネットワーク2)

$r=1$	$r=2$	$r=3$
max E = 0.312	max E = 0.549	max E = 0.748
$r=4$	$r=5$	$r=6$
max E = 0.891	max E = 0.972	max E = 1.000
他1通り		

図5-5 max E となる配置の一例
(ネットワーク3)

(2) $\min E$ となる避難施設配置

a. ネットワーク 1

図 5-6 に、 $\min E$ となる配置の一例を示す。この例の場合、 $\min E$ となる配置は、 $r = 1$ でいずれかの隅部の頂点に配置され、次いで隣接する外周上の頂点に連続的に配置される。外周上の 1 列がすべて避難施設で埋まると、続いて 2 列目に連続的に配置されていく。いずれの配置も、避難施設が集中・遍在する結果になっている。

$\min E$ となる配置は $r = 1$ で 4 通り、 $r = 2$ で 8 通り、 $r = 3, 4$ で 4 通り、 $r = 5, 6$ で 8 通り存在する。

b. ネットワーク 2

図 5-7 に、 $\min E$ となる配置を示す。 $r = 1$ で右下隅の袋小路の先端の頂点に配置され、 $r = 2$ でその隣接頂点に配置されるが、 $r = 3 \sim 5$ の間は一転して右上隅部の頂点に配置され、 $r = 6$ では左から下のかけての外周部の頂点に連続して配置される。いずれの配置も、避難施設が集中・遍在する結果になっている。

$r = 1 \sim 6$ では、 $\min E$ となる配置は図 5-7 に示す 1 通りしか存在しない。

$r=1$	$r=2$	$r=3$
他3通り	他7通り	他3通り
$\min E = 0.160$	$\min E = 0.268$	$\min E = 0.359$
$r=4$	$r=5$	$r=6$
他3通り	他7通り	他7通り
$\min E = 0.431$	$\min E = 0.517$	$\min E = 0.580$

図 5-6 $\min E$ となる配置の一例
(ネットワーク 1)

$r=1$	$r=2$	$r=3$
$\min E = 0.121$	$\min E = 0.238$	$\min E = 0.293$
$r=4$	$r=5$	$r=6$
$\min E = 0.385$	$\min E = 0.437$	$\min E = 0.516$

図 5-7 $\min E$ となる配置
(ネットワーク 2)

c. ネットワーク3

図5-8に、 $\min E$ となる配置を示す。 $r = 1, 2$ で右上部の袋小路の先端の頂点に配置され、 $r = 3$ では左上部の袋小路の奥から3個の頂点に配置される。 $r = 4, 5$ では右上隅部の袋小路の頂点に配置され、 $r = 6$ では一転して左半分の袋小路のすべての頂点に配置される。いずれの配置も、避難施設が集中・遍在する結果になっている。

$r = 1 \sim 6$ では、 $\min E$ となる配置は図5-8に示す1通りしか存在しない。

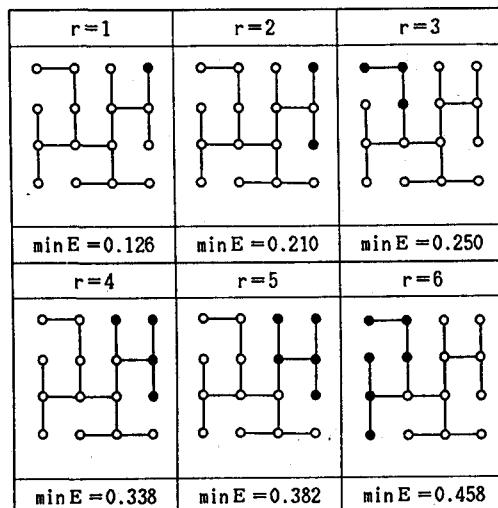


図5-8 $\min E$ となる配置
(ネットワーク3)

5.3 二方向避難率からみた避難施設配置の評価

(1) $\max R_a$ となる避難施設配置

a. ネットワーク1

ネットワーク1では、避難施設が1カ所($r = 1$)の場合は二方向避難が不能($R_a = 0$)であるが、2カ所以上に設置すると、どのような配置に対しても $R_a = 1$ が達成されるため、 $\max R_a$ と $\min R_a$ を区別する意味がない。これは、評価指標 R_a では避難施設の集中や偏在をチェックできないことを示している。しかし、 $R_a = 1$ がすでに達成されていても、避難施設の増設により、より多くの

避難方向が確保される場合は、二方向避難からみて増設の効果があるといえる。

b. ネットワーク 2

図5-9に、 $\max Ra$ となる配置の一例を示す。ネットワーク1と同様、避難施設が1カ所 ($r = 1$) の場合は、二方向避難が不能 ($Ra = 0$) である。図5-9の配置例では、 $r = 2$ 以降に袋小路の行き止まり部分の頂点(次数1)から避難施設が配置されていき、4カ所ある袋小路の行き止まり部分の頂点すべてに避難施設が配置される $r = 4$ の時点で、 $\max Ra = 1$ が達成される。 $r = 5$ 以降は、袋小路以外のいずれの頂点に配置されても $Ra = 1$ となる。

$\max Ra$ となる配置は $r = 2$ で6通り、 $r = 3, 4$ で1通り、 $r = 5$ で12通り、 $r = 6$ で65通り存在する。

c. ネットワーク 3

図5-10に、 $\max Ra$ となる配置の一例を示す。避難施設は、袋小路の先端の頂点(次数1)から埋まっていく。ここでは示していないが、8カ所ある袋小路の先端の頂点すべてに避難施設が配置される時点 ($r = 8$) で、 $\max Ra = 1$ が達成される。

$\max Ra$ となる配置は $r = 2$ で2通り、 $r = 3, 4$ で8通り、 $r = 5$ で20通り、 $r = 6$ で18通り存在する。

$r=1$	$r=2$	$r=3$
どのような配置にしても二方向避難不能	他5通り	他5通り
$\max Ra = 0.000$	$\max Ra = 0.875$	$\max Ra = 0.938$
$r=4$	$r=5$	$r=6$
他11通り	他64通り	他64通り
$\max Ra = 1.000$	$\max Ra = 1.000$	$\max Ra = 1.000$

図5-9 $\max Ra$ となる配置の一例
(ネットワーク2)

$r=1$	$r=2$	$r=3$
どのような配置にしても二方向避難不能	他1通り	他7通り
$\max Ra = 0.000$	$\max Ra = 0.500$	$\max Ra = 0.625$
$r=4$	$r=5$	$r=6$
他7通り	他19通り	他17通り
$\max Ra = 0.750$	$\max Ra = 0.813$	$\max Ra = 0.875$

図5-10 $\max Ra$ となる配置の一例
(ネットワーク3)

(2) $\min Ra$ となる避難施設配置

a. ネットワーク 1

ネットワーク 1 では、 $\max Ra$ の場合と同様の理由により、 $\max Ra$ と $\min Ra$ を区別する意味がない。

b. ネットワーク 2

図 5-11に、 $\min Ra$ となる配置の一例を示す。この配置例では、避難施設を増設するにつれて、ネットワークの上半分の頂点から連続的に配置されていく。他の配置例をみても、避難施設が遍在する傾向がある。

$\min Ra$ となる配置は $r = 2$ で 4 通り、 $r = 3$ で 220 通り、 $r = 4$ で 495 通り、 $r = 5$ で 792 通り、 $r = 6$ で 924 通り存在する。

c. ネットワーク 3

図 5-12に、 $\min Ra$ となる配置の一例を示す。この配置例では、避難施設の増設により、通路上に連続的に配置されていくが、他の配置例も同様の傾向を示す。

$\min Ra$ となる配置は $r = 2$ で 15 通り、 $r = 3, 4$ で 29 通り、 $r = 5$ で 47 通り、 $r = 6$ で 76 通り存在する。

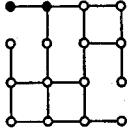
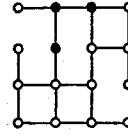
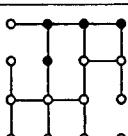
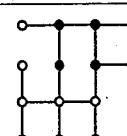
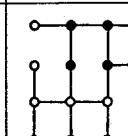
$r=1$	$r=2$	$r=3$
どのような配置にしても二方向避難不能		
$\min Ra = 0.000$	$\min Ra = 0.125$	$\min Ra = 0.750$
$r=4$	$r=5$	$r=6$
		
他494通り	他791通り	他923通り
$\min Ra = 0.750$	$\min Ra = 0.750$	$\min Ra = 0.750$

図 5-11 $\min Ra$ となる配置の一例
(ネットワーク 2)

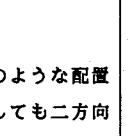
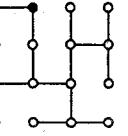
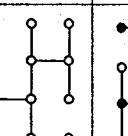
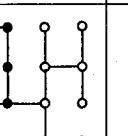
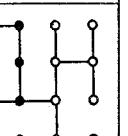
$r=1$	$r=2$	$r=3$
どのような配置にしても二方向避難不能		
$\min Ra = 0.000$	$\min Ra = 0.125$	$\min Ra = 0.187$
$r=4$	$r=5$	$r=6$
		
他28通り	他46通り	他75通り
$\min Ra = 0.250$	$\min Ra = 0.313$	$\min Ra = 0.375$

図 5-12 $\min Ra$ となる配置の一例
(ネットワーク 3)

5.4 最大歩行距離からみた避難施設配置の評価

(1) $\min D_w$ となる避難施設配置

a. ネットワーク1

図5-13に、 $\min D_w$ となる配置の一例を示す。 $r = 1 \sim 6$ では、避難施設が互いに隣接せずに分散する傾向がある。また図5-3との比較から、 $\max E$ となる配置傾向とよく似ていることが指摘できる。

$\min D_w$ となる避難施設配置は $r = 1$ で4通り、 $r = 2$ で6通り、 $r = 3$ で4通り、 $r = 4$ で10通り、 $r = 5$ で4通り、 $r = 6$ で104通り存在する。

b. ネットワーク2

図5-14に、 $\min D_w$ となる配置の一例を示す。 $r = 1 \sim 6$ では、避難施設が互いに隣接せずに分散し、袋小路の先端には配置されない。また図5-4との比較から、 $\max E$ となる配置傾向とよく似ていることが指摘できる。

$\min D_w$ となる避難施設配置は $r = 1$ で3通り、 $r = 2$ で1通り、 $r = 3$ で14通り、 $r = 4$ で7通り、 $r = 5$ で150通り、 $r = 6$ で107通り存在する。

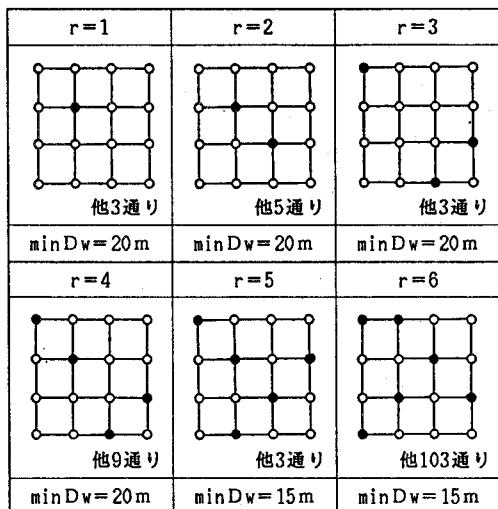


図5-13 $\min D_w$ となる配置の一例
(ネットワーク1)

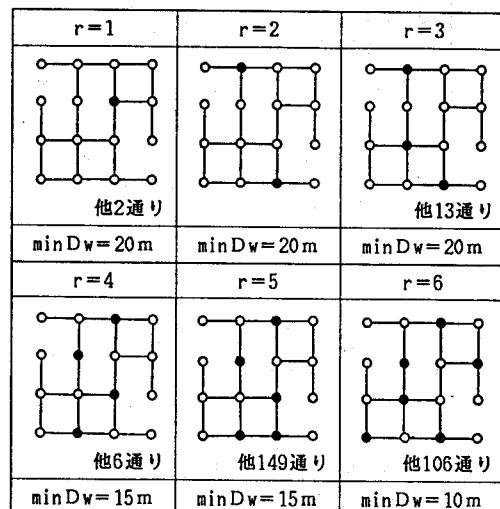


図5-14 $\min D_w$ となる配置の一例
(ネットワーク2)

c. ネットワーク3

図5-15に、 minD_w となる配置の一例を示す。 $r = 1 \sim 6$ では、避難施設が互いに隣接せずに分散し、袋小路の先端には配置されない。また、図5-5との比較から、 maxE となる配置傾向とよく似ていることが指摘できる。

特に $r = 6$ では、 $\text{minD}_w (= 5\text{ m})$ となる配置が $\text{maxE} (= 1)$ となる配置と完全に一致した。

minD_w となる避難施設配置は $r = 1$ で2通り、 $r = 2$ で3通り、 $r = 3$ で43通り、 $r = 4$ で14通り、 $r = 5$ で150通り存在するが、 $r = 6$ では一転して1通りに定まる。

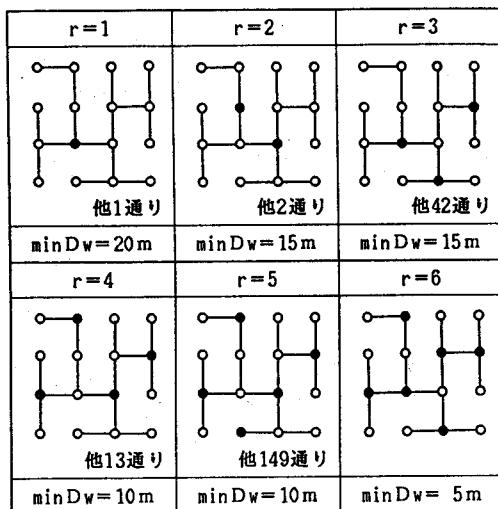


図5-15 minD_w となる配置の一例
(ネットワーク3)

(2) maxD_w となる避難施設配置

a. ネットワーク1

図5-16に、 maxD_w となる配置の一例を示す。避難施設が配置されていない頂点を連続してつなぐパスが長くなるよう、避難施設が配置されていく。

maxD_w となる避難施設配置は $r = 1$ で4通り、 $r = 2$ で8通り、 $r = 3$ で16通り、 $r = 4$ で48通り、 $r = 5$ で150通り、 $r = 6$ で136通り存在する。

b. ネットワーク 2

図 5-17 に、 $\max D_w$ となる配置の一例を示す。ネットワーク 1 の場合と同じく、避難施設が配置されていない頂点を連続してつなぐパスが長くなるよう、避難施設が配置される。

$\max D_w$ となる避難施設配置は $r = 1$ で 6 通り、 $r = 2$ で 7 通り、 $r = 3$ で 36 通り、 $r = 4$ で 78 通り、 $r = 5$ で 82 通り、 $r = 6$ で 43 通り存在する。

c. ネットワーク 3

図 5-18 に、 $\max D_w$ となる配置の一例を示す。 $\max D_w$ となる配置も同じく、避難施設が配置されていない頂点を連続してつなぐパスが長くなるように、避難施設が配置される。

$\max D_w$ となる避難施設配置は $r = 1$ で 3 通り、 $r = 2$ で 24 通り、 $r = 3$ で 84 通り、 $r = 4$ で 168 通り、 $r = 5$ で 210 通り、 $r = 6$ で 168 通り存在する。

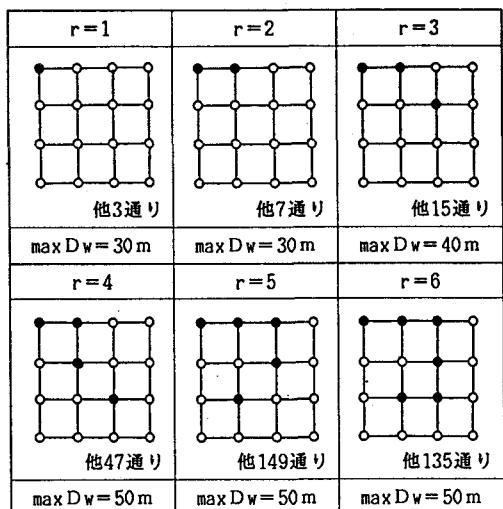


図 5-16 $\max D_w$ となる配置の一例
(ネットワーク 1)

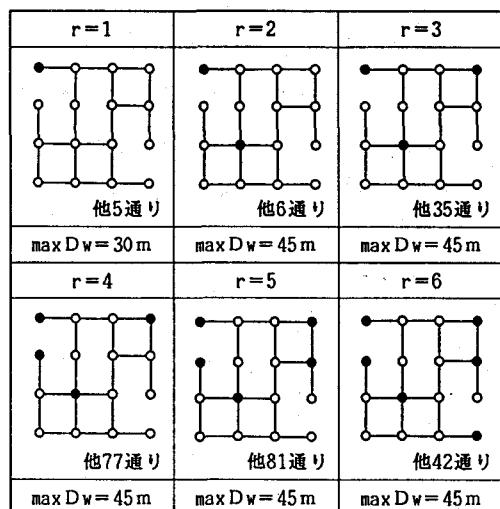


図 5-17 $\max D_w$ となる配置の一例
(ネットワーク 2)

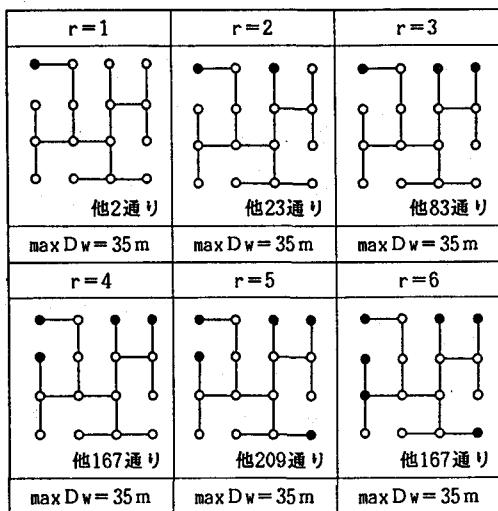


図5-18 $\max D_w$ となる配置の一例
(ネットワーク3)

5.5 最適配置と最不適配置の評価値の変化

(1) 最適配置と最不適配置の評価値の比較

a. $\max E$ と $\min E$ の値のネットワーク相互の比較

$r = 1 \sim 6$ における $\max E$ と $\min E$ の値の変化をみたのが、図5-19である。

$\max E$ の値は $r = 1 \sim 6$ の全般にわたって、ネットワーク1, ネットワーク2, ネットワーク3の順に大きいが、 $\min E$ の値は逆にネットワーク3, ネットワーク2, ネットワーク1の順に大きい。これは、ネットワークが木に近いほど、同じ避難施設数であっても、配置が異なると平面の明快さが大きく変化することを示している。

b. $\max Ra$ と $\min Ra$ の値のネットワーク相互の比較

$r = 1 \sim 6$ における $\max Ra$ と $\min Ra$ の値の変化みたのが、図5-20である。

$\max Ra$, $\min Ra$ のいずれもが、 $r = 1 \sim 6$ の全般にわたって、ネットワーク2のほうがネットワーク1よりも大きい。これは、ネットワークが木に近いほど、二方向避難の確保に多くの避難施設が必要になることを示している。

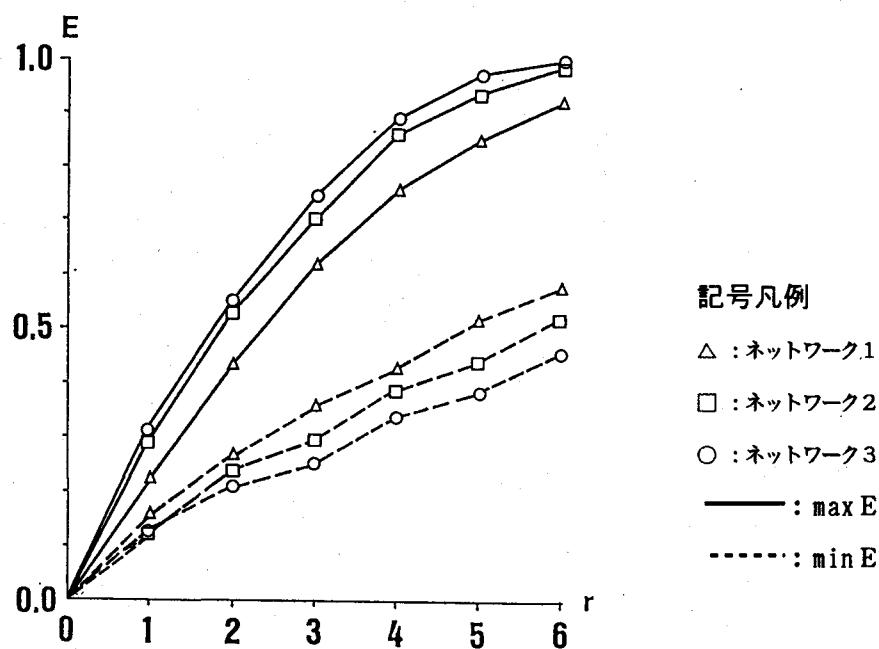


図5-19 $\max E$ と $\min E$ の値の変化のネットワーク相互の比較

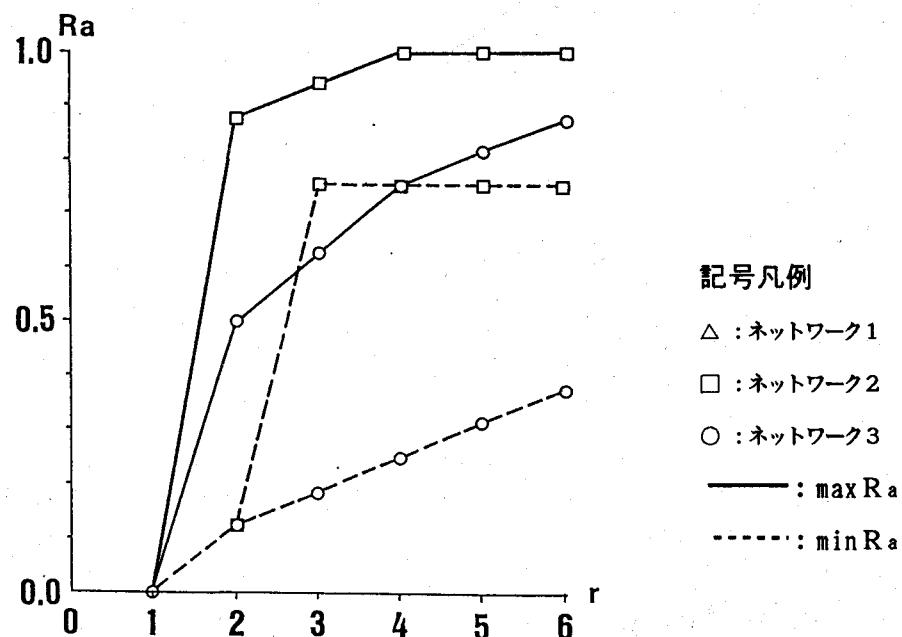


図5-20 $\max R_a$ と $\min R_a$ の値の変化のネットワーク相互の比較

c. $\min D_w$ と $\max D_w$ のネットワーク相互の比較

$r = 1 \sim 6$ における $\min D_w$ と $\max D_w$ の値の変化みたのが、図 5-21 である。
 $\min D_w$ の値は、 $r = 1 \sim 6$ の全般にわたってネットワーク 1, ネットワーク 2, ネットワーク 3 の順に大きい。 $\max D_w$ の値は $r = 1 \sim 3$ の間、順位が入れ替わるが、 $r = 4 \sim 6$ では $\min D_w$ と同じくネットワーク 1, ネットワーク 2, ネットワーク 3 の順に大きくなっている。これは、ネットワークが木に近いほど、同じ避難施設数で最大歩行距離を短縮できることを示している。

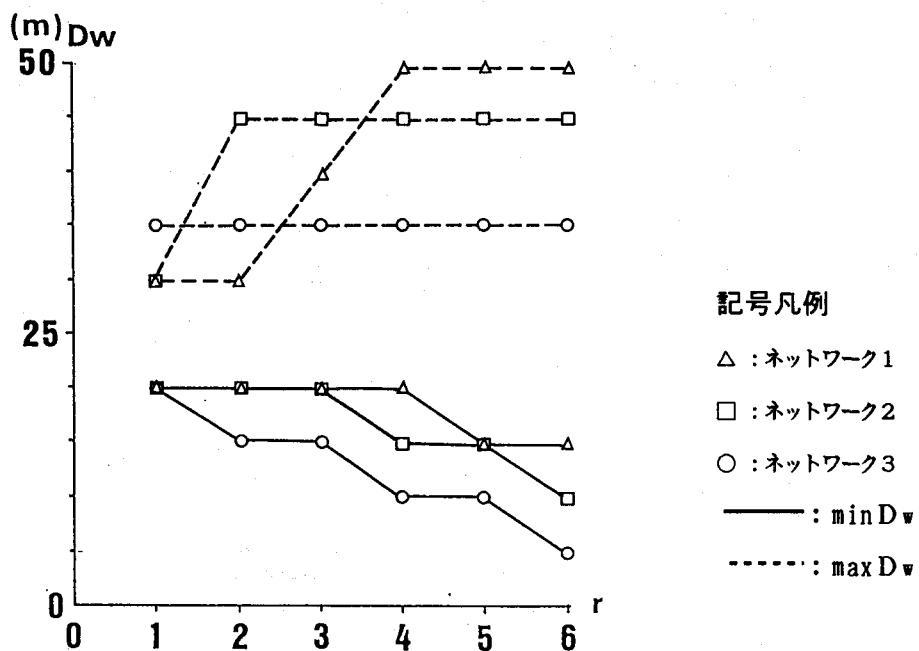


図 5-21 $\min D_w$ と $\max D_w$ の値の変化のネットワーク相互の比較

(2) 各指標ごとにみた最適配置と最不適配置の評価値の差

各評価指標ごとの最適配置と最不適配置の評価値の差をまとめたのが、表 5-1 である。また $(\max E - \min E)$, $(\max R_a - \min R_a)$, $(\max D_w - \min D_w)$ の変化を図にしたのが、図 5-22～図 5-24 である。

a. $\max E$ と $\min E$ の差 (図5-22)

$\max E$ と $\min E$ の差はネットワーク3, ネットワーク2, ネットワーク1の順に大きい。これは、ネットワークが木に近いほど、同じ避難施設における平面の明快さが避難施設の配置に大きく左右されることを示している。

ネットワークの頂点数 ($n = 16$) に対する避難施設数 r が相対的に大きくなるにつれて、 $\max E$ と $\min E$ の値の差がしだいに縮まっていくことが予想されるが²⁾、ネットワーク2とネットワーク3では $r = 5$ で差が最大になり、 $r = 6$ 以降は差が縮まっていく。

b. $\max Ra$ と $\min Ra$ の差 (図5-23)

$r = 1$ の場合を除くと、 $\max Ra$ と $\min Ra$ の差は木であるネットワーク3のほうが大きい。これは、二方向避難を確保するためには、木に近いネットワークほど避難施設の配置を慎重に決定する必要があることを示している。

c. $\min Dw$ と $\max Dw$ の差 (図5-24)

$\min Dw$ と $\max Dw$ の差は、ネットワーク1, ネットワーク2, ネットワーク3の順に大きく、しかもその差は $r = 1 \sim 6$ の間でしだいに拡大する傾向にある。これは、 $r = 1 \sim 6$ では $\max Dw$ が縮まらない一方で、 $\min Dw$ が着実に縮まっていくためである。これらは、最大歩行距離を短縮するためには、ネットワークが木の性質を失うほど、避難施設の配置決定が重要になることを示している。

表5-1 各指標ごとの最適配置と最不適配置の評価値の差

最適配置と 最不適配置の差	ネットワーク の種類	評価値の差 (r : 避難施設数)					
		$r=1$	$r=2$	$r=3$	$r=4$	$r=5$	$r=6$
$\max E - \min E$	ネットワーク1	0.069	0.167	0.260	0.327	0.332	0.337
	ネットワーク2	0.173	0.291	0.406	0.472	0.492	0.463
	ネットワーク3	0.186	0.339	0.498	0.553	0.590	0.542
$\max Ra - \min Ra$	ネットワーク2	0.000	0.750	0.188	0.250	0.250	0.250
	ネットワーク3	0.000	0.375	0.438	0.500	0.500	0.500
$\max Dw - \min Dw$	ネットワーク1	10m	10m	20m	30m	35m	35m
	ネットワーク2	10m	25m	25m	30m	30m	35m
	ネットワーク3	15m	20m	20m	25m	25m	30m

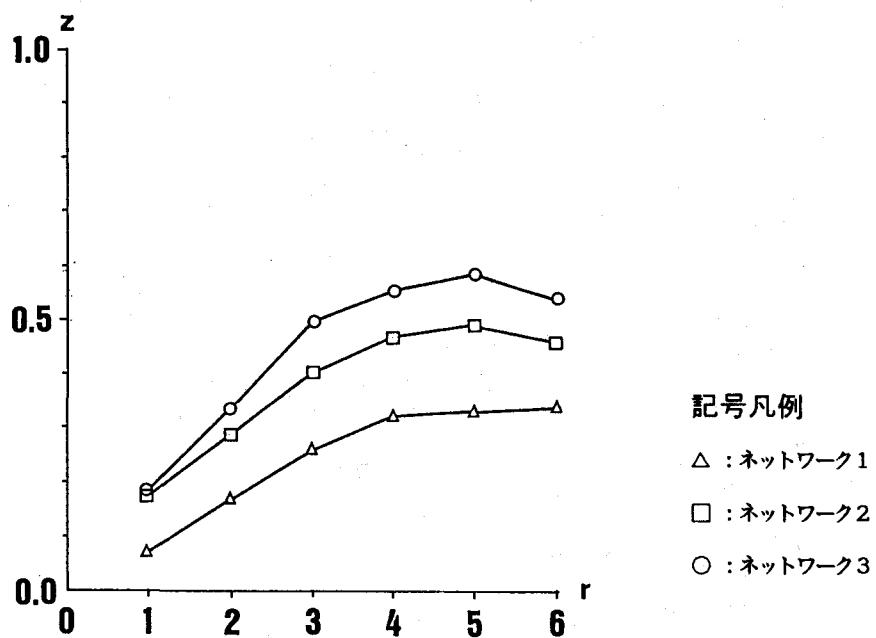


図5-22 $\max E - \min E$ の値の変化のネットワーク相互の比較

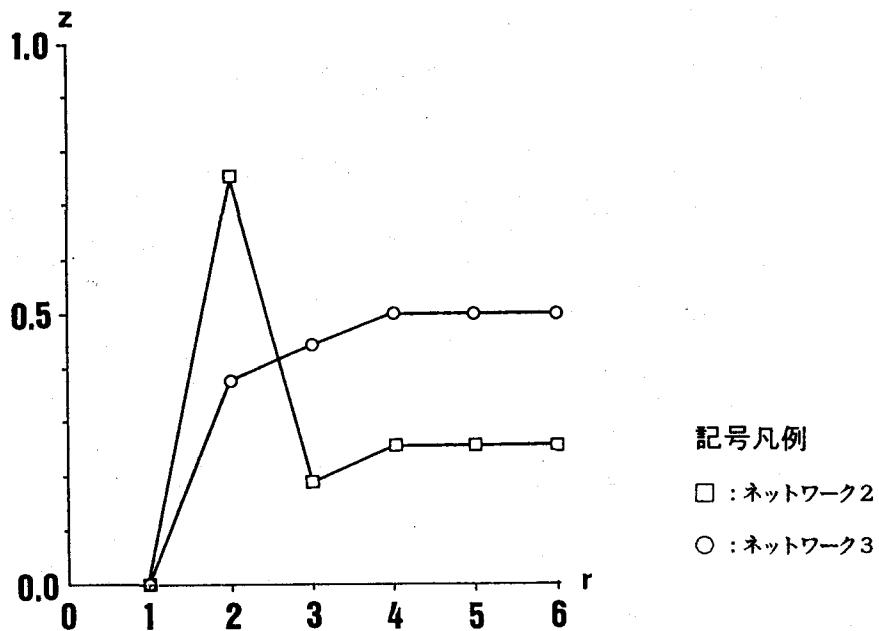


図5-23 $\max Ra - \min Ra$ の値の変化のネットワーク相互の比較

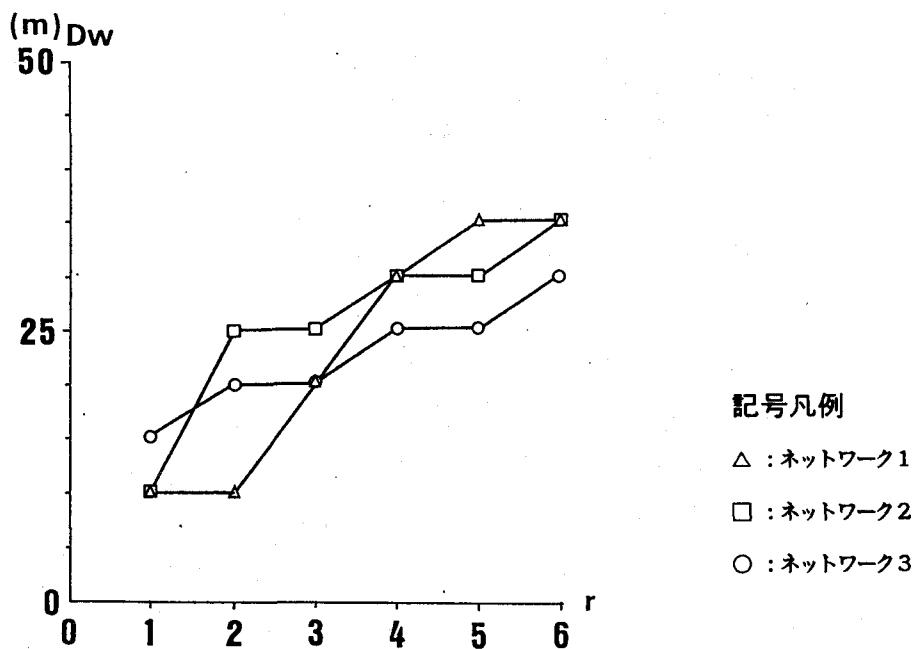


図5-24 $\max D_w - \min D_w$ の値の変化のネットワーク相互の比較

(3) 評価値が高くなる避難施設配置の傾向

(1) と (2) の結果から、各評価指標による評価値が高くなる避難施設配置の傾向をまとめると、以下のようなになる。

a. 平面の明快さが高くなる配置

$\max E$ となる配置は、ネットワークの種類にかかわらず、次数の高い頂点に避難施設が配置され、 $\min E$ となる配置では、逆に次数の低い頂点に配置される。これは、平面の明快さを高めるためには、通路が多く交わる点に避難施設を配置すればよいことを意味している。

b. 二方向避難が確保される配置

袋小路のないネットワーク1では、避難施設を2カ所配置すれば、その配置場所にかかわらず $R_a = 1$ となる。また、ネットワーク2とネットワーク3においては、 $\max R_a$ となる配置は袋小路の先端から避難施設が配置されていき、袋小路の先端の頂点がすべて避難施設で埋まった時点で、 $R_a = 1$ が達成される。

これは、二方向避難を確保するためには、行き止まりの袋小路をつくらないことを意味している。

$\max R_a$ となる配置はモデルの構造上、各避難施設をつなぐ経路上にある頂点（経路の両端に配置された避難施設の頂点を含む）の重みの和が最大となる配置であるから、袋小路の先端に近いところに避難施設を配置すればほど、 R_a の評価値が高くなる。モデルによる評価結果は、すべての袋小路の先端に避難施設を配置すればよいという、従来からいわれている常識と一致している。

c. 最大歩行距離が短縮される配置

$\min D_w$ となる配置は、ネットワークの種類にかかわらず袋小路の先端のノードを避けながら分散する傾向があり、 $\max E$ となる配置傾向とよく似ているが、これは $\min D_w$ となる配置をEで評価した値が、 $\max E$ に近いことからも裏付けられる。

また $\min D_w$ の値は、ネットワークが木に近いほど、少ない避難施設で早く短縮することができるが、これは以下のように説明される。

ネットワーク3は木であるため、その性質上、任意の2頂点間をつなぐ経路が、その2頂点間の最短経路である。回路を含むネットワーク1（回路階数 $\mu = 9$ ）とネットワーク2（ $\mu = 5$ ）では、2頂点間をつなぐ経路が複数存在することがあり、その本数は一般に回路階数が大きいほど多くなる³⁾。したがって、木の場合は最大歩行距離となる経路上に避難施設が配置されると、その避難施設までの距離が新たな最大歩行距離となって大歩行距離が短縮されることがある。しかし、回路を含むネットワークでは、最大歩行距離となる経路上に避難施設が配置されても、そこを通らないで他の避難施設に到達する経路が存在することがあり、その場合は避難施設の増設が必ずしも最大歩行距離の短縮につながらない。

5.6 一指標による最適配置の他の指標による評価

各評価指標ごとの最適配置 ($\max E$, $\max R_a$, $\min D_w$ となる配置) を比較した結果、次の二つの傾向があることが明らかになった。

- ① $\max E$ となる配置は、 $\min D_w$ となる配置と比較的似た傾向を示す。
- ② $\max R_a$ となる配置は、 $\max E$ となる配置と反対の配置傾向を示す。これは、 $\max E$ と $\max R_a$ の間に一種のトレード・オフの関係があることを示唆している。
以上の傾向を定量的に確認するために、一指標による最適配置を他の指標で評価し、その値と他の指標による最適値との比較を行った。

(1) $\max E$ となる配置の他の指標による評価

a. ネットワーク1 (表5-2)

$\max E$ となる避難施設配置 (図5-3) に対する各指標の値の変化を、図5-25に示す。このときの R_a の値は $r = 1$ で $R_a = 0$, $r = 2 \sim 6$ で $R_a = 1$ となる。
 D_w の値は $r = 1$ で $D_w = 20m$ であるが、 $r = 2$ で逆に $D_w = 25m$ と大きくなり、 $r = 2 \sim 5$ の間 $D_w = 25m$ で足踏み状態になったあと、 $r = 6$ で $D_w = 15m$ に短縮される。

b. ネットワーク2 (表5-3)

$\max E$ となる避難施設配置 (図5-4) に対する各指標の値の変化を、図5-26に示す。 R_a の値は $r = 1$ で $R_a = 0$, $r = 2$ で $R_a = 0.75$ となってから、以後 $r = 6$ まで $R_a = 0.75$ のまま変化しない。

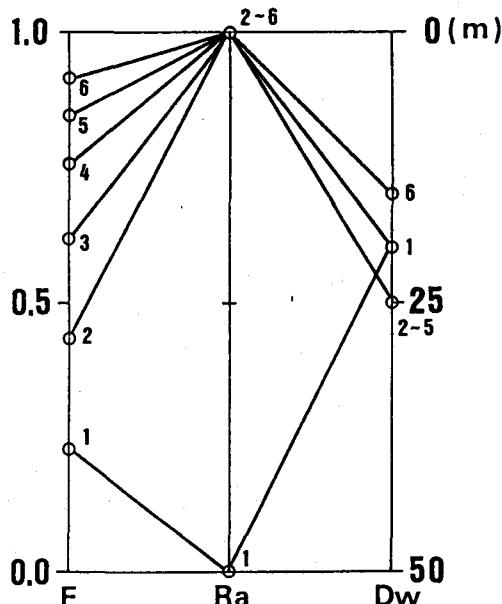
D_w の値は $r = 1$ のとき $D_w = 20m$ であるが、 $r = 2$ で $35m$, $r = 3, 4$ で $25m$, $r = 5$ で $20m$ と逆に長くなったあと、 $r = 6$ で $10m$ に短縮される。

c. ネットワーク3 (表5-4)

$\max E$ となる避難施設配置 (図5-5) における各指標の値の変化を、図5-27に示す。 R_a の値は、 $r = 4 \sim 6$ の間 $R_a = 0.5$ のまま伸びがない。また、 D_w の値は $r = 1, 2$ ($D_w = 20m$) のときよりも、 $r = 3$ ($D_w = 30m$), $r = 4$ ($D_w = 25m$) のほうが長くなったあと、 $r = 5$ で $15m$, $r = 6$ で $5m$ と、急激に短縮される。

表5-2 一指標による最適評価値とそのときの
他の評価値（ネットワーク1）

評価指標	評価値 (r:避難施設数)					
	r=1	r=2	r=3	r=4	r=5	r=6
max E	.229	.435	.619	.758	.849	.917
R _a	.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
D _w	20m	25m	25m	25m	25m	15m
E	-	-	-	-	-	-
max R _a	.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
D _w	-	-	-	-	-	-
E	.229	.427	.507	.673	.840	.865
R _a	.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
min D _w	20m	20m	20m	20m	15m	15m



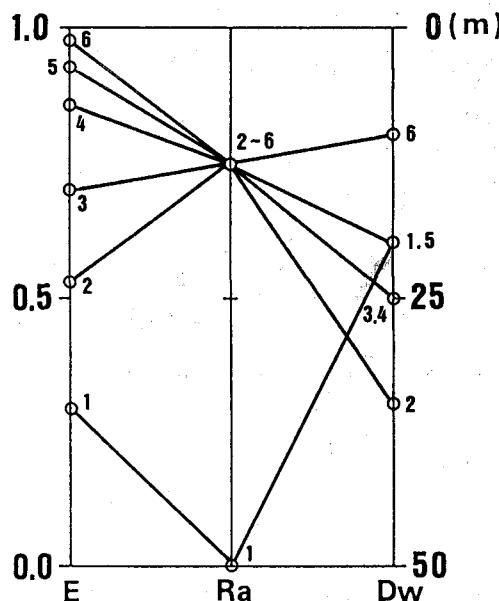
〔左軸:E, Ra / 右軸:Dw〕

〔注〕○の横に記した数字は避難施設数rを示す。

図5-25 max Eとなる避難施設配置に対する
各評価指標値の変化（ネットワーク1）

表5-3 一指標による最適評価値とそのときの
他の評価値(ネットワーク2)

評価指標	評価値(r : 避難施設数)					
	$r=1$	$r=2$	$r=3$	$r=4$	$r=5$	$r=6$
$\max E$	.294	.529	.699	.857	.929	.979
R_a	.000	.750	.750	.750	.750	.750
D_w	20m	35m	25m	25m	20m	10m
E	-	.248	.363	.478	.592	.729
$\max R_a$	.000	.875	.938	1.000	1.000	1.000
D_w	-	25m	30m	30m	30m	20m
E	.216	.487	.637	.719	.760	.903
R_a	.000	.750	.750	.750	.750	.750
$\min D_w$	20m	20m	20m	15m	15m	10m



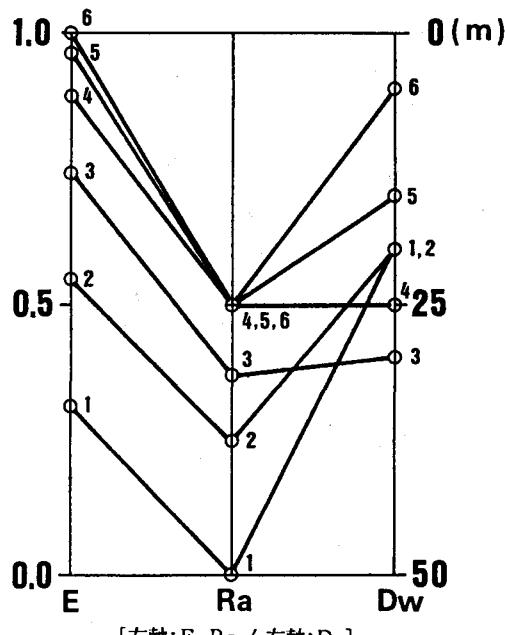
[左軸: E, Ra / 右軸: Dw]

[注] ○の横に記した数字は避難施設数 r を示す。

図5-26 $\max E$ となる避難施設配置に対する
各評価指標値の変化(ネットワーク2)

表5-4 一指標による最適評価値とそのときの
他の評価値（ネットワーク3）

評価指標	評価値 (r:避難施設数)					
	r=1	r=2	r=3	r=4	r=5	r=6
max E	.312	.549	.748	.891	.972	1.000
R _a	.000	.250	.375	.500	.500	.500
D _w	20m	20m	30m	25m	15m	5m
E	.312	.312	.429	.549	.629	.703
max R _a	.000	.500	.625	.750	.813	.875
D _w	20m	35m	35m	35m	30m	30m
E	.312	.427	.743	.823	.906	1.000
R _a	.000	.187	.313	.438	.563	.500
min D _w	20m	15m	15m	10m	10m	5m



[左軸:E, Ra / 右軸:Dw]

[注] ○の横に記した数字は避難施設数rを示す。

図5-27 max Eとなる避難施設配置に対する
各評価指標値の変化（ネットワーク3）

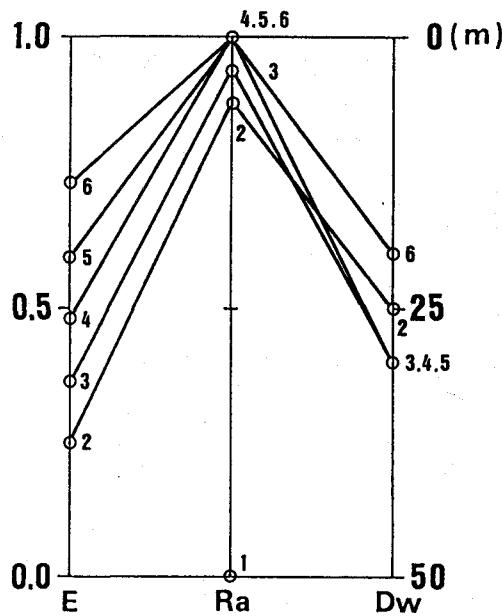
(2) $\max R_a$ となる配置の他の指標による評価

a. ネットワーク1

ネットワーク1では、避難施設の配置にかかわらず、 $r = 1$ で $R_a = 0$ 、 $r = 2 \sim 6$ で $R_a = 1$ となり、EとDwの値が定まらない(表5-2)。

b. ネットワーク2

$\max R_a$ となる避難施設配置(図5-9)における各評価指標の値の変化を、図5-28に示す。 $\max R_a$ となる配置におけるEの値の伸びは R_a に比べて鈍く、 $\max E$ に対するEの割合は $r = 2$ で47%， $r = 4$ で56%， $r = 6$ でも74%程度である(表5-3)。また $r = 6$ で $D_w = 20m$ で、避難施設を増設しても、Dwはあまり短縮されない。



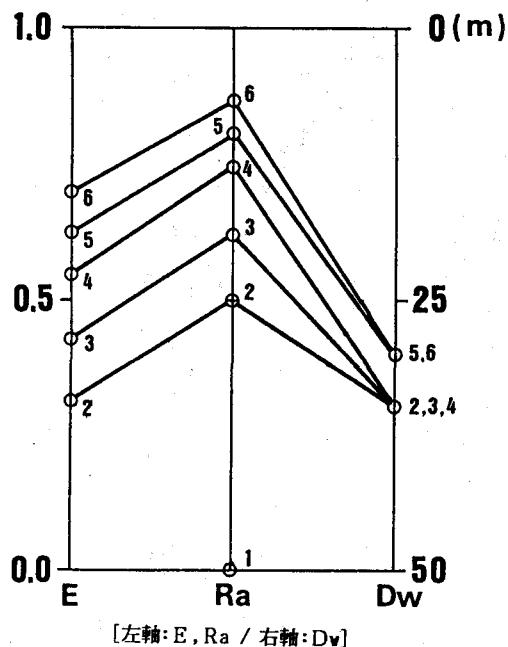
[左軸:E, Ra / 右軸:Dw]

[注] ○の横に記した数字は避難施設数rを示す。

図5-28 $\max R_a$ となる避難施設配置に対する各評価指標値の変化(ネットワーク2)

c. ネットワーク 3

$\max R_a$ となる避難施設配置（図5-10）における各評価指標の値の変化を、図5-29に示す。 $\max R_a$ となる配置におけるEの値は、 $\max E$ の値よりも全般的に低く、たとえば $r = 6$ での $E (= 0.703)$ は、 $r = 3$ での $\max E (= 0.748)$ よりも低くなる（表5-4）。 $\max R_a$ となる配置における D_w の値は、 $r = 2 \sim 4$ ($D_w = 35m$) と $r = 5, 6$ ($D_w = 30m$) の2区間で足踏み状態になり、全般的に $\min D_w$ よりもかなり大きくなる。



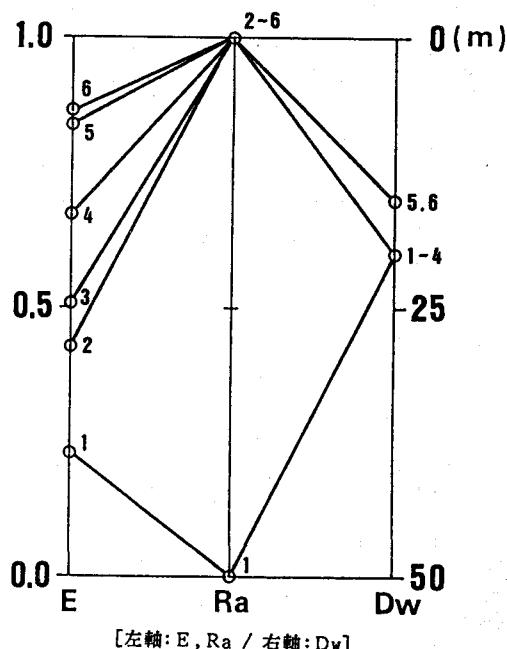
[注] ○の横に記した数字は避難施設数 r を示す。

図5-29 $\max R_a$ となる避難施設配置に対する各評価指標値の変化（ネットワーク3）

(3) $\min D_w$ となる配置の他の指標による評価

a. ネットワーク1

$\min D_w$ となる避難施設配置(図5-13)における各評価指標の値の変化を、図5-30に示す。このときのEの評価値が $\max E$ の値に近く、常に $\max E$ の90%前後の値をとることから(表5-2)、 $\min D_w$ となる配置は平面の明快さからみても、評価が高いことが裏付けられる。



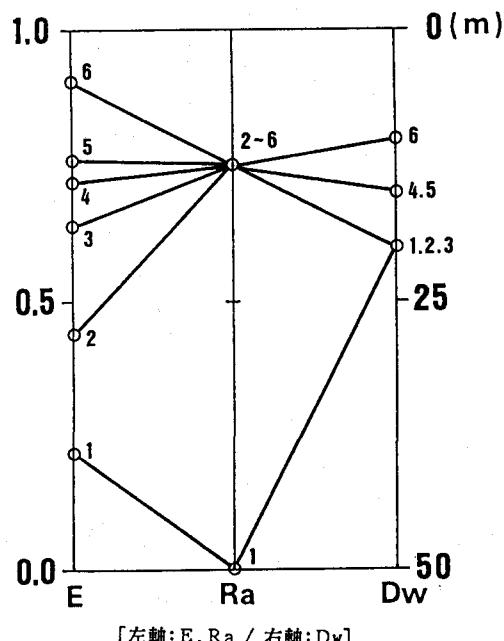
[左軸: E, Ra / 右軸: D_w]

[注] ○の横に記した数字は避難施設数rを示す。

図5-30 $\min D_w$ となる避難施設配置に対する各評価指標値の変化(ネットワーク1)

b. ネットワーク 2

$\min D_w$ となる避難施設配置（図5-14）における各評価指標の値の変化を、図5-31に示す。このときのEの評価値は、常に $\max E$ の80%以上の値をとるが、このことは、 $\min D_w$ となる配置は平面の明快さからみても、評価が高いことを裏付けている。Raの値は、 $r = 1$ で $R_a = 0$ 、 $r = 2 \sim 6$ の間 $R_a = 0.75$ のままで変化がない。



[左軸:E, Ra / 右軸:Dw]

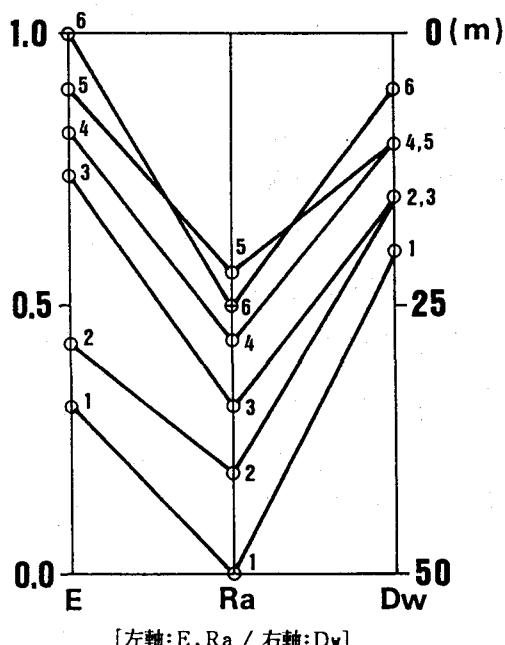
[注] ○の横に記した数字は避難施設数rを示す。

図5-31 $\min D_w$ となる避難施設配置に対する各評価指標値の変化（ネットワーク2）

c. ネットワーク 3

$\min D_w$ となる避難施設配置（図5-15）における各評価指標の値の変化を、図5-32に示す。 $\min D_w$ となる配置をEで評価すると、 $\max E$ に近い値が得られる（表5-4）。しかし、 $\min D_w$ となる配置をRaで評価したときのRaの値は悪く、たとえば $r = 6$ では、 $\min D_w (= 5m)$ となる配置に対する $R_a = 0.5$ で、これは $r = 2$ の場合の $\max R_a (= 0.5)$ と同じ値である。

また $\min D_w$ の値は、 $r = 2 \sim 3$ ($\min D_w = 15m$) と、 $r = 4 \sim 5$ ($\min D_w = 10m$) の2区間で足踏み状態になるが、 $r = 6$ で $\min D_w = 5m$ に短縮する。



[注] ○の横に記した数字は避難施設数 r を示す。

図5-32 $\min D_w$ となる避難施設配置に対する各評価指標値の変化（ネットワーク3）

5.7 まとめ

以上の結果から、ネットワークの形状と避難施設配置の間に、次のような関係が見いだせた。

a. 評価指標ごとの最適配置および最不適配置の傾向

1) 平面の明快さ (E) による評価

ネットワークの種類にかかわらず、次のような傾向がみられる。

① $\max E$ となるときの避難施設は、次数の高い頂点から分散して配置される傾向がある。

② $\min E$ となるときは逆に、次数の低い頂点から集まって配置されていく。

2) 二方向避難率 (R_a) による評価

① $\max R_a$ となるときの避難施設は、袋小路の先端部の頂点から配置される。

② $\min R_a$ となるときの避難施設は、袋小路以外の頂点に集まって配置される。

3) 最大歩行距離 (D_w) による評価

① $\min D_w$ となるときの避難施設は、袋小路の先端を避けて分散配置される。

② $\max D_w$ となるときの避難施設は、避難施設が配置されていない頂点を連続してつなぐパスの列が長くなるように配置される。

b. ネットワークの種類ごとの最適評価値および最不適評価値

同じ避難施設数に対しては、次のような配置傾向がみられる。

① $\max E$ の値は、ネットワークが木に近づくほど高くなるが、 $\min E$ の値は逆に低くなる。

② $\max R_a$ と $\min R_a$ の値は、ともにネットワークが木に近づくほど低くなる。

③ $\min D_w$ の値は、ネットワークが木に近づくほど短縮される。

c. 最適配置の傾向の相互比較

① $\max E$ となる配置と $\min D_w$ となる配置が、互いに似た傾向を示すことが、視覚的な比較から判断されるが、このことは、 $\max E$ となる配置を D_w で評価しても、また逆に $\min D_w$ となる配置を E で評価しても良い結果が得られることから、定量的に確かめられる。

② $\max R_a$ となる配置と $\max E$ や $\min D_w$ となる配置が相反することが、視覚的な

比較から判断されるが、このことは、 $\max R_a$ となる配置をEやD_wで評価した値や、逆に $\max E$ や $\min D_w$ となる配置をR_aで評価した値が悪くなることから、定量的に確かめられる。

③以上のこととは、二方向避難を確保する配置が、明快さを高めたり、最大歩行距離を短縮する配置とトレード・オフの関係にあり、二方向避難を確保しようとすれば、避難施設までの経路の明快さが犠牲になることを示している。

注

- 1) 各頂点の重みを均等に設定したために、 $\max E$ となる配置の組合せが複数存在する結果になったが、実際の建築平面は一般に完全な対称ではなく、ネットワーク化したときに各頂点が負担する重みが不均等なため、 $\max E$ となる配置は1通りに定まる。以下、最適配置あるいは最不適配置が複数存在する場合も同様である。
- 2) 頂点数 n = 16 のネットワークにおける避難施設配置の組合せの数、C_rは、避難施設を増やすにつれて $_{16}C_1 = 16$, $_{16}C_2 = 120$, $_{16}C_3 = 560$, $_{16}C_4 = 1820$, $_{16}C_5 = 4368$, $_{16}C_6 = 8008$, $_{16}C_7 = 11440$ と増加し、 $_{16}C_8 = 12870$ で最大となって以降、逆のペースで減少していく。避難施設数が r = 8 を越え、避難施設配置の自由度がしだいに小さくなるにつれて、最適配置と最不適配置の組合せの数も減少し、最適配置と最不適配置の評価値の差がしだいに縮まっていく。モデルの構造上、全頂点に避難施設が配置される r = 16 では、E = 1, R_a = 1, D_w = 0 (m) が達成され、この時点で最適配置と最不適配置の差がなくなる。
- 3) たとえば、左下隅の頂点から右上隅の頂点にいたるまでの最短経路の本数は、ネットワーク 1 では 22 本であるが、ネットワーク 2 では 5 本に激減する。ネットワーク 3 は木であるから、その性質上、最短経路は 1 本しか存在しない。

第6章 避難安全性の定量的評価

6.1 避難施設配置計画への目標計画法の適用性の検討

(1) 目標計画法の定式化

第5章では、二方向避難を確保しようとすれば、平面の明快さが失われたり最大歩行距離が大きくなり、二方向避難を確保する避難施設配置と、平面の明快さの向上や最大歩行距離の短縮を実現する避難施設配置が、トレード・オフの関係にあることを示した。このように、評価すべき項目が複数存在し、それらが時には相矛盾する場合に各指標を総合的に考慮し、バランスのとれた意思決定を数理計画的に行う手法が多目的計画法である。

多目的計画法には、目標計画法、パラメータ法、 ε -制限法をはじめとして、さまざまな方法がある。しかし、考慮すべき諸条件の評価指標を定量的に表現し、かつそれらに対して目標値の設定が可能な場合には、目標計画法が有効である。本研究では、目標計画法を適用する。

目標計画法は、意思決定者が各評価項目に対して明確な目標水準を想定しているときには、目標水準と達成水準の差すなわちリグレット（残念度）ができるだけ小さくなるように代替案を見つけようとする行動を定式化したものであり、具体的には1,距離で測った評価指標の目標値と達成値の差を最小にする問題として、次のように定式化できる。

$$z = \min \left[\sum_{q=1}^t |W_q \cdot (F_q - f_q)|^p \right]^{1/p} \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (1)$$

z : 目標計画法による最適評価値

W_q : 評価指標の重み ($W_q \geq 0$, $\sum_{q=1}^t W_q = 1$, $q = 1, 2, 3, \dots$)

F_q : 評価指標の達成値

f_q : 評価指標の目標値

p : 1, 距離の次元 ($p \geq 1$)

t : 評価指標の数 ($t \geq 1$)

目標計画法に代表される多目的計画問題の解は一般にパレート最適解となり、その解集合は無限個の点を与える。しかし、応用を重視する工学的问题においては適當な有限個の解集合が要求されるため、パレート最適解の概念は実用的とはいえない。そこで、意思決定者が満足できる解を選ぶ方法として妥協解といわれるものが考えられている。目標計画法の妥協解は、式(1)のminより右の式で表わされる、目標値(理想点) f_0 からの距離関数(Minkowskiのk-距離)を最小にする点(すなわち式(1)の解)で与えられる。ある固定された任意の重み w_i に対する式(1)の解が、その重みによって価値づけられたパレート最適解となることは、定理として証明されているので¹⁾、ここでは式(1)の解(すなわち妥協解)で示される配置をもって最適配置としている。

(2) 評価指標の目標値の設定

意思決定者が同時に並べて比較しうる項目数には限度があるため、複数の評価指標に基づく意思決定を目標計画法として定式化する場合は、評価項目が少ないほどよく、直感が働きやすい範囲にとどめておくべきとされている。また、評価項目は互いに独立であることが望ましく、1次元尺度上に統合可能なものがあれば、できるだけ統合するほうがよいとされている。

第4章で設定した「平面の明快さ」、「二方向避難率」、「最大歩行距離」の3種類の評価指標は、避難施設の配置計画において考慮すべき必要最低限のもので、それぞれが計画上の明確な意味を持つ、互いに独立な指標である、計量化がしやすい、直感的理解が容易であるという点において、目標計画法に用いる指標として十分な妥当性を有すると考えられる。そこで以下では、これらの3指標を目標計画法の評価指標として用いることを検討する。なお、実際の設計においては、ここで扱う3指標の他に経済的・社会的等の諸条件を考慮しなければならないことは、言うまでもない。

まず、平面の明快さ(E)の達成値を F_1 、二方向避難率(R_a)の達成値を F_2 、最大歩行距離(D_w)の達成値を F_3 とおき、それぞれに対して目標値 f_1 、 f_2 、 f_3 を定める。各指標の定義より $0 < F_1 \leq 1$ 、 $0 \leq F_2 \leq 1$ 、 $0 \leq F_3 < \infty$ 、各指標の目標値はそれぞれ $f_1 = 1$ 、 $f_2 = 1$ 、 $f_3 = 0$ である。また F_1 と F_2 は率であり、無次元化されているが、 F_3 は距離(m)の次元を持つ。

この例のように、評価指標がとる範囲が極端に違ったり、次元が異なったままの状態で式(1)を適用すると、解が現実離れした無意味なものとなってしまうおそれがある。その場合には、各指標の残念度 $|F_a - f_a|$ を規準化しておくことが望ましい。 $|F_1 - f_1|$, $|F_2 - f_2|$ はすでに0と1の間におさまっており、かつ無次元化されているため、 F_3 のとる範囲を F_1 および F_2 のとる範囲と一致させ、かつ F_3 を無次元化するような変換を行う。

この変換においては、変換前と変換後の線形的順序づけが同じでなければならぬから、距離に対して一種の効用関数を設定することになる。この変換条件を満足し、かつ変換前と変換後の評価順序が同じであれば、効用関数の関形は問わないが、ここでは、徒歩利用を中心の、利用圏域が狭い地域施設までの心理的距離評価をよく表現する関数の一つである、片側正規分布型関数を採用する²⁾。

片側正規分布型関数は、次式で表される。

$$g(x) = a \cdot \exp(-b x^2) \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (2)$$

式(2)の平均距離 x_m は、1次元分布の場合には $x_m = (\pi b)^{-1/2}$ である。これを建築基準法施行令第百二十条で定められた歩行距離制限値 L_w (m)に一致させると、 $x_m = (\pi b)^{-1/2} = L_w$ より、 $b = 1/\pi L_w^2$ となる。

また $g(0) = 1$ より、 $a = 1$ となる。よって、式(2)は

$$g(x) = \exp[-(1/\pi L_w^2)x^2] \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (3)$$

と表されるため、 D_w は次式で F_3 に変換される。 F_3 の値は、 $x_m (= L_w)$ の値によって図6-1のように変化する。

$$F_3 = \exp[-(1/\pi L_w^2) D_w^2] \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (4)$$

$$(0 < F_3 \leq 1)$$

なお歩行距離制限値は、建築基準法施行令第百二十条に、 $30 \leq L_w \leq 60$ (m)の範囲で規定されているが、 L_w を平均距離 $x_m = (\pi b)^{-1/2}$ に一致させることに合理的な根拠があるわけではない。しかし、 $x_m (= L_w) = 30 \sim 60$ mの範囲であれば、図6-1からもわかるように、避難歩行距離の心理的な差が小さいと考えられる、短い歩行距離の範囲内での効用の低下が緩やかになり、避難歩行距離

の効用をよく表現すると考えられる。

以上の変換により、各評価指標の残念度がとる範囲は、

$$0 \leq |F_1 - f_1| < 1$$

$$0 \leq |F_2 - f_2| \leq 1$$

$$0 \leq |F_3 - f_3| < 1$$

となって、いずれも0と1の間におさまり、しかも F_3 が無次元化される。その結果、 W_q の設定値の意味が明確になり、かつ現実離れした解を求めることが避けられる。また、評価値 z がとる範囲が $0 \leq z < 1$ となるため、平面形や避難施設配置が異なる場合でも、避難施設配置の有効性を相互に比較することが可能になるという利点がある。

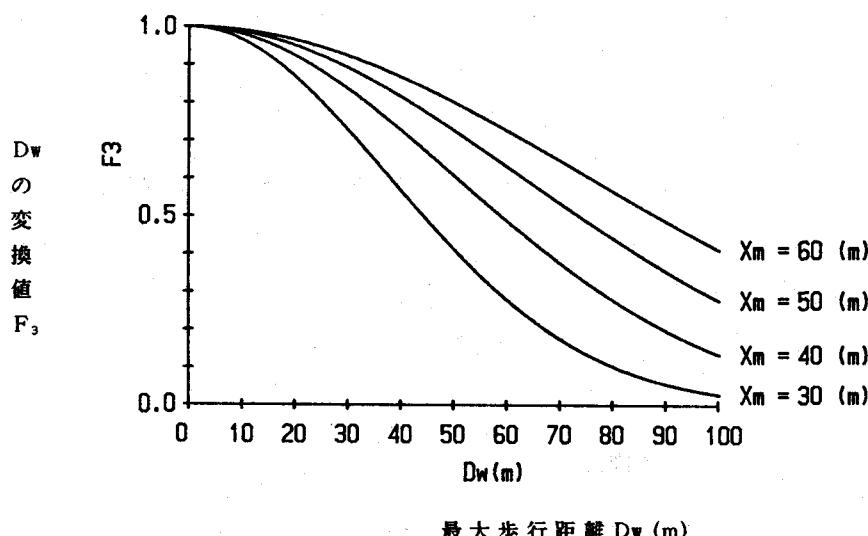


図 6-1 歩行距離の変換に用いる片側正規分布関数

(3) 評価指標の重み W_q について

評価対象とする建物の種類や性格、あるいは計画目標によっては、特定の評価指標だけを特に重視したい場合がある。その場合の評価指標の重視の程度は、重み W_q の値で表される。

式(1)より明らかなように、目標計画法では残念度 $|F_q - f_q|$ の値が小

さい（すなわち達成度合が高い）評価指標に対する重み W_q を相対的に高くするほど、その評価指標の達成度合が大きく評価されることになる。したがって、重視したい評価指標に対する重みを相対的に高くすれば、その指標を重視した評価結果が得られることになる。このように、 W_q の値の比率を変えることにより、さまざまな基準による評価を行えることが、目標計画法の利点である⁵⁾。

（4）1₀距離の次元 p について

1₀距離の次元 $p = 1$ が本来の目標計画法であり、 $p > 1$ の範囲まで扱う式（1）は、目標計画法を一般的に表現したものである。 p の値は、問題の性質、制約条件、決定者の選好構造などを考慮して決定されるが、通常の目標計画法では $p = 1$ （1 次距離）を問題にする。

また p の値が大きくなるほど、残念度が大きい評価指標が、残念度が小さい評価指標よりも大きな比重で考慮され、式（1）による評価値 z は残念度が大きい評価指標に大きく依存する。つまり $p > 1$ では、評価指標の重み W_q を均等に設定しても、結果的には残念度が大きい評価指標が重視され、 $p = \infty$ の場合、式（1）は残念度がもっとも大きい成分を最小化する問題（最大残念度最小化）、すなわち $z = \min \cdot \max [W_q | F_q - f_q |]$ となる。

したがって、ここでは評価指標の重視の程度を W_q のみで表し、 W_q の値の意味を明確にするために、以後 $p = 1$ として式（1）を扱うこととする。

（5）目標計画法による最適配置の評価式

目標計画法で用いる評価指標は E 、 R_a 、 D_w の三つ（すなわち $t = 3$ ）であり、目標値 $f_q = 1$ ($q = 1, 2, 3$)、1₀距離の次元 $p = 1$ である。よって、多目的指標による評価式（1）は、次式のようになる。

$$z = \min \sum_{q=1}^3 |W_q \cdot (F_q - 1)| \dots \quad (5)$$

$$(0 \leq z < 1)$$

以下、式（5）を用いて避難施設配置を評価する。なお、单一指標による最適配置の評価は、式（5）において、評価に用いる指標だけに重み 1 を与え、他の指標の重みを 0 と置くことと同等である。

6.2 目標計画法による避難施設の最適配置

目標計画法の適用にあたっては、評価指標の目標値の設定が比較的容易であるのに対し、 l_p 距離の次元 p と評価指標の重み W_i の設定は容易ではなく、特に W_i の設定は重要である。妥協解が決定者の選好解として受け入れられるためには、各指標間のトレード・オフ比が既知かつ一定であること、すなわち選好関数が線形加法関数として事前に同定されている必要がある。そうでない場合には、いくつかの評価指標の重み W_i をパラメトリックに変化させてパレート最適解を生成し、その中から選好解を選びだすという反復過程が必要となる。

これらの問題点を解決するには、階層分析法（AHP : Analytic Hierarchy Process）による重み W_i の決定方法が有効であり、目標計画法をはじめとする多目的計画法への応用の可能性が開かれている。

目標計画法の適用性を検討するには、各評価指標の変動幅が大きいほどよいが、第5章で3種類のネットワークを対象に一つの指標で評価した場合の最適な避難施設配置を求めた結果、避難施設の増設による最適評価値の伸びや各評価値の変動は、ネットワーク3がもっとも大きいことがわかった。そこで、以下ではネットワーク3を対象にして適用性を検討する。

(1) 初期条件の設定

a. 評価指標の重み W_i

目標計画法による評価値 z に対する評価指標の重み W_i の影響をみるために、いずれか一つの評価指標の重みを相対的に高くする必要がある。しかし、各指標間の W_i の相対的な差が小さければ、 W_i による影響が明確に現れず、逆にいずれか一つの W_i が相対的に大きすぎると、他の指標による評価が反映されなくなる。そこで、最大10倍以内で相対的な差をさまざまに変化させた結果、重みの差が5倍前後のときが、差を直感的に理解しやすいことがわかった。

以上のことから、評価指標の重み W_i の組合せを、表6-1のケース1～4のように設定した。ケース1は三つの評価指標を対等に評価する場合、ケース2～4はどれか一つの評価指標を他の5倍重視する場合である。なお、ケースの違いによる配置結果の差を明確にとらえるため、各頂点の重み w_i をすべて均等に設定する。

表 6 - 1 評価指標の重みの組合せ

ケース	$W_1 : W_2 : W_3$	備 考
1	1 : 1 : 1	E, R_a, D_w を対等に評価
2	5 : 1 : 1	E を他の5倍重視した評価
3	1 : 5 : 1	R_a を他の5倍重視した評価
4	1 : 1 : 5	D_w を他の5倍重視した評価

b. 平均歩行距離 x_m

ここでは、建築基準法施行令第百二十条に定められた歩行距離制限値のうち、もっとも厳しい値である30mを平均歩行距離 x_m に一致させ、 $x_m = 30$ (m) とおいて D_w を変換する。

(2) 目標計画法による避難施設の最適配置結果

以下に示すケース1～4における最適配置時の評価値 z と、そのときの各評価指標の値の変化を表6-2にまとめた。このうち、避難施設数と z の関係をみたのが、図6-2である。

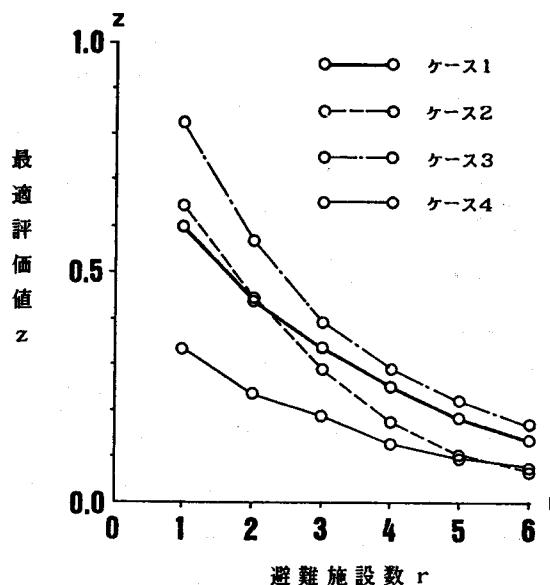


図 6 - 2 ネットワーク3における避難施設数と最適評価値の関係

表 6-2 目標計画法による評価値と避難施設数の関係

ケース	評価指標	評価値 (r : 避難施設数)					
		r=1	r=2	r=3	r=4	r=5	r=6
1	z	0.606	0.444	0.340	0.255	0.185	0.134
	F ₁	0.312	0.549	0.743	0.812	0.896	0.944
	F ₂	0.000	0.250	0.313	0.500	0.625	0.688
	F ₃	0.868	0.868	0.924	0.924	0.924	0.965
	(D _w)	(20m)	(20m)	(15m)	(15m)	(15m)	(10m)
2	z	0.653	0.448	0.293	0.177	0.102	0.067
	F ₁	0.312	0.549	0.743	0.891	0.972	1.000
	F ₂	0.000	0.250	0.313	0.500	0.500	0.500
	F ₃	0.868	0.868	0.924	0.924	0.924	0.991
	(D _w)	(20m)	(20m)	(15m)	(15m)	(15m)	(5m)
3	z	0.831	0.573	0.399	0.293	0.226	0.169
	F ₁	0.312	0.312	0.433	0.549	0.629	0.718
	F ₂	0.000	0.500	0.625	0.750	0.813	0.875
	F ₃	0.868	0.648	0.648	0.648	0.727	0.727
	(D _w)	(20m)	(35m)	(35m)	(35m)	(30m)	(30m)
4	z	0.335	0.239	0.190	0.130	0.101	0.077
	F ₁	0.312	0.521	0.743	0.823	0.906	1.000
	F ₂	0.000	0.187	0.313	0.438	0.563	0.500
	F ₃	0.868	0.924	0.924	0.965	0.965	0.991
	(D _w)	(20m)	(15m)	(15m)	(10m)	(10m)	(5m)

[注] アンダーラインは、一指標による最適評価値と一致するものを示す。

a. 三つの評価指標を対等に評価する場合（ケース1）

図6-3に、ケース1の最適配置結果（r = 1～6）を示す。max Eとなる配置とmin D_wとなる配置傾向が似ており、R_aの影響が相対的に小さくなるため、三つの評価指標を対等に評価した場合はr = 4になって、ようやく袋小路の先端部に避難施設が配置されるようになる。

また、図6-3の配置におけるzおよび各評価指標の値の変化をみると、三

つの評価指標を対等に評価した場合は、避難施設の増設により、どの評価指標値も順調に向かう（図6-4、表6-2）。

b. 評価指標Eを他の5倍重視する場合（ケース2）

図6-5に、ケース2の最適配置結果（ $r = 1 \sim 6$ ）を示す。単一指標による評価結果（図5-5）と比較すると、全般的に $\max E$ となる配置に近い配置結果が得られる。

図6-5の配置におけるEの値（ F_1 ）は、 $r = 3$ の場合（ $F_1 = 0.743$ ）を除いて $\max E$ の値と一致し、 D_w の値も $r = 1, 3, 6$ で $\min D_w$ の値と一致する。しかし、 R_a の値（ F_2 ）は $\max R_a$ の値よりもかなり悪くなる（図6-6、表6-2）。

c. 評価指標 R_a を他の5倍重視する場合（ケース3）

図6-7に、最適配置結果（ $r = 1 \sim 6$ ）を示す。全般的に $\max R_a$ となる配置に近い配置結果が得られ、このときの R_a の値（ F_2 ）は $\max R_a$ の値と一致する（図6-8、表6-2）。

しかし、 R_a を重視した配置では、 $\max R_a$ の値自体の達成度が低く、そのときのEや D_w による評価値も悪いため、zの値がケース1～4の中でもっとも悪く（大きく）なる（図6-2）。

d. 評価指標 D_w を他の5倍重視する場合（ケース4）

図6-9に、最適配置結果（ $r = 1 \sim 6$ ）を示す。全般的に $\min D_w$ となる配置に近い配置結果が得られ、 D_w による評価値も $\min D_w$ と一致する（図6-10、表6-2）。

また、 $r = 1 \sim 3$ では D_w の評価値（ F_3 ）が F_1, F_2 の値よりもかなりよい（大きい）ため、ケース1～3に比べて早くからよい（小さい）zの値が得られる（図6-2）。

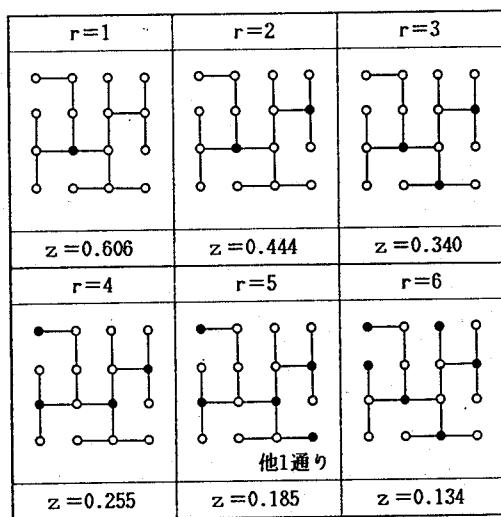


図 6-3 避難施設の最適配置結果（ケース 1）

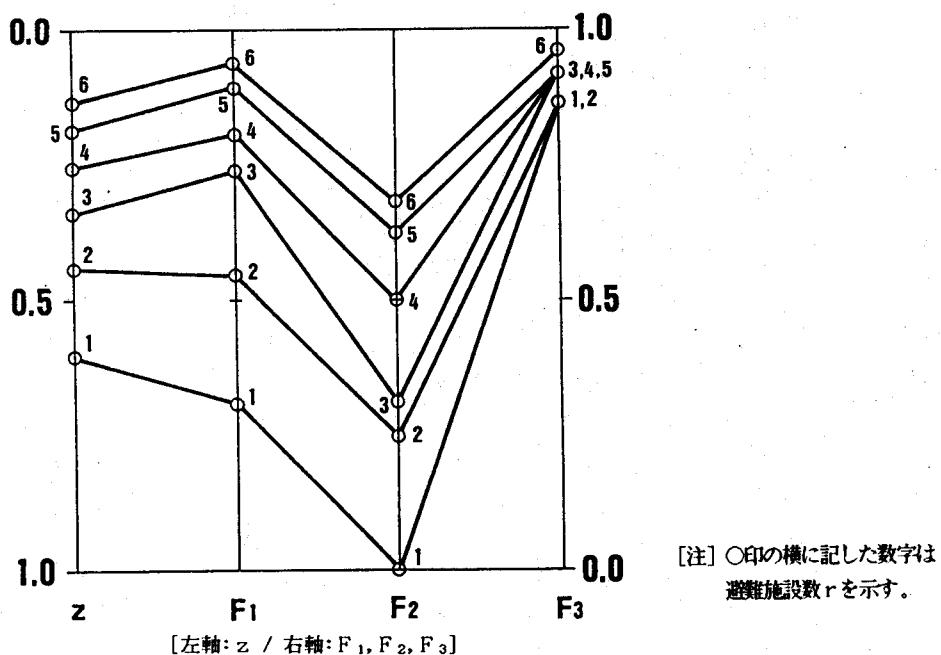


図 6-4 避難施設の増設による最適評価値とそのときの各評価指標値の変化（ケース 1）

$r=1$	$r=2$	$r=3$
$z = 0.653$	$z = 0.448$	$z = 0.293$
$r=4$	$r=5$	$r=6$
$z = 0.177$	$z = 0.102$	$z = 0.067$

図 6-5 避難施設の最適配置結果（ケース 2）

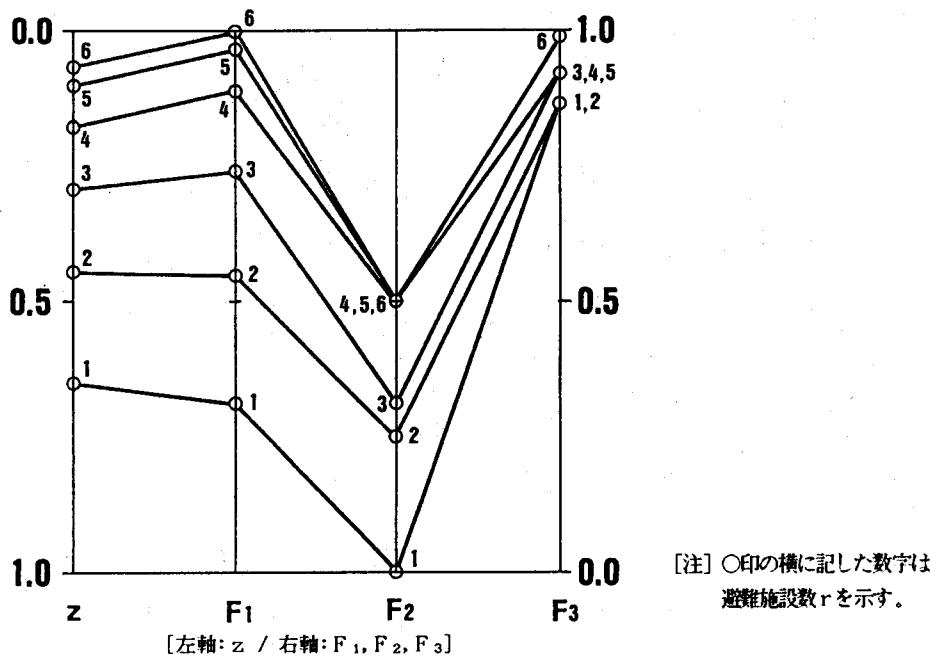


図 6-6 避難施設の増設による最適評価値とそのときの各評価指標値の変化（ケース 2）

$r=1$	$r=2$	$r=3$
$z = 0.831$	$z = 0.573$ 他1通り	$z = 0.399$ 他3通り
$r=4$	$r=5$	$r=6$
$z = 0.293$ 他7通り	$z = 0.226$ 他3通り	$z = 0.169$ 他3通り

図 6-7 避難施設の最適配置結果（ケース 3）

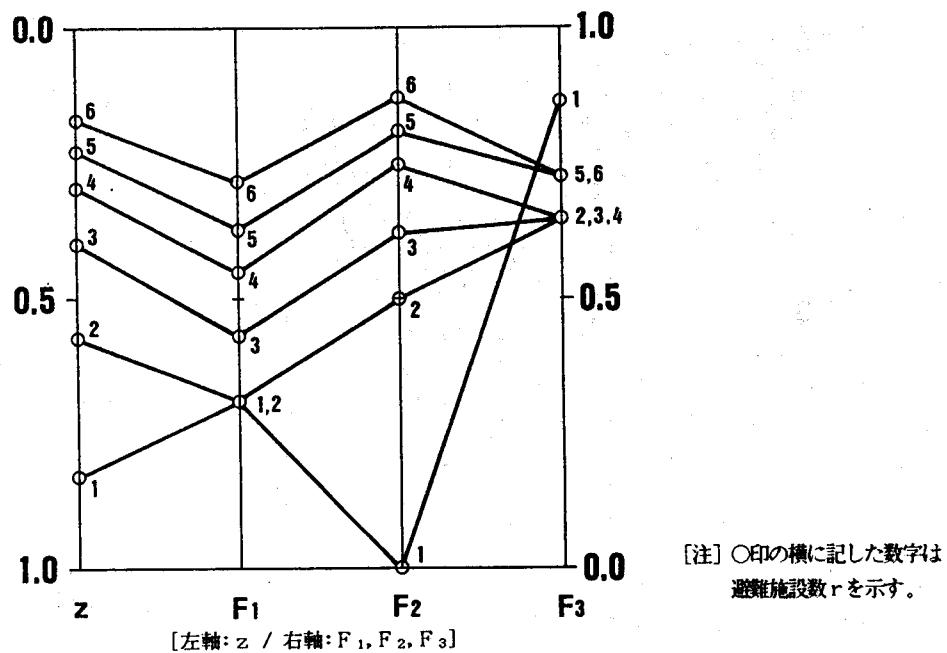


図 6-8 避難施設の増設による最適評価値とそのときの各評価指標値の変化（ケース 3）

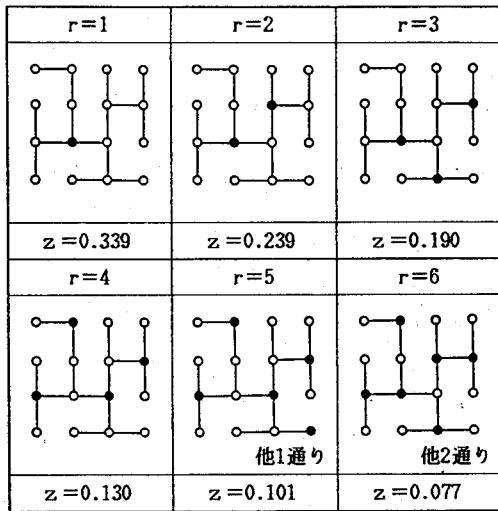
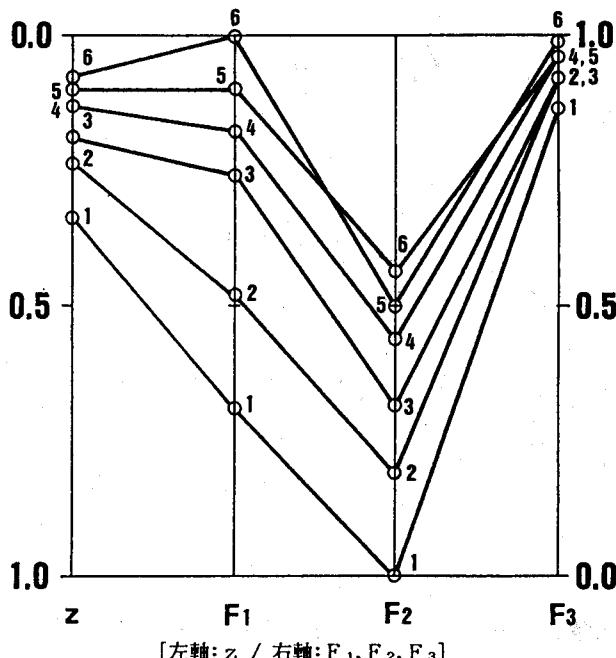


図 6-9 避難施設の最適配置結果（ケース 4）



[注] ○印の横に記した数字は
避難施設数 r を示す。

図 6-10 避難施設の増設による最適評価値とそのときの
各評価指標値の変化（ケース 4）

6.3 階層分析法による評価指標の重みの推定

(1) 階層分析法について

式(1)の評価指標の重み W_i を変えると、評価値 z の値および避難施設の最適配置が大きく変動する。このような恣意性を排除するためには、「避難経路の明快さ」、「二方向避難の確保」、「最大避難歩行距離の短縮」の3項目に対して設計者が持つ重要度の相対的な重みを定量的に明らかにして、 W_i を合理的に決定する必要がある。そのための有力な一方法として近年、階層分析法(AHP : Analytic Hierarchy Process)が注目されている。

階層分析法は、計量化が困難な人間の勘や直感のような感覚的なものが支配する意思決定を、できるだけ計量化してとらえることを目標として、ペンシルバニア大学のThomas L. Saaty教授により提案された意思決定の一手法である。階層分析法は、評価項目間の選好関係を意思決定者に一对比較してもらうことにより、評価項目の相対的な重要度を求めるもので、意思決定者自身が重要度を合理的かつ容易に決定することができる。また、意思決定者が複数の場合でも、全回答者の一对比較値の幾何平均をとればよく、評価結果の処理が容易である。以上のような利点があるため、階層分析法は目標計画法に用いる評価指標の重み決定の有力な手段といえる。

(2) 評価指標の一対比較アンケートの実施

階層分析法を用いて「避難経路の明快さ」、「二方向避難の確保」、「最大避難歩行距離」の三つの評価指標の相対的な重みを推定するため、避難・防災設計に関して十分な経験があると思われる意匠設計担当者を中心に対象者を選定し³⁾、施設の種類ごとに各評価指標を一对比較するアンケートを実施した。アンケート用紙の一対比較の回答例の一部を図6-11に示す。

まずアンケートの冒頭で、避難安全性の評価指標として「1. 避難経路を明快にすること」、「2. 二方向避難を確保すること」、「3. 避難施設までの最大歩行距離を短縮すること」の三つを提示する。次いで評価対象建物として「ホテル・旅館」、「デパート」、「病院」、「地下街」の4種類をあげ⁴⁾、以下の順に設問を行った。なおアンケート用紙は、巻末の資料2に添付してある。

[設問1]

避難防災設計において、設計する建物の種類によって各評価指標を重視する程度に差があるかをたずねる。

[設問2] (設問1で「差がある」と答えた人への設問)

建物の種類別に、どちらの評価指標をどの程度重視するかを、該当する項の□にV印をつけて一对比較してもらう（図6-11）。

[設問3] (設問1で「差がない」と答えた人への設問)

どちらの評価指標をどの程度重視するかを、一对比較してもらう。

[設問4]

避難・防災設計全般について、あるいはアンケートについての自由意見欄。

[設問5]

回答者の勤務所属（設計事務所、建設会社設計部の別）と、設計経験年数をたずねる。

ホテル・旅館（客室棟）											
A. 【避難経路を明快にすること】と【二方向避難を確保すること】の比較											
避難経路を明快にすること		9 口	7 口	5 口	3 口	1 口	3 口	5 口	7 口	9 口	二方向避難を確保すること
絶対的に重要	かなり重要	重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	重要	若干重要	かなり重要	重要	絶対的に重要	
B. 【避難経路を明快にすること】と【最大歩行距離を短縮すること】の比較											
避難経路を明快にすること		9 口	7 口	5 口	3 口	1 口	3 口	5 口	7 口	9 口	最大歩行距離を短縮すること
絶対的に重要	かなり重要	重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	重要	若干重要	かなり重要	重要	絶対的に重要	

図6-11 アンケートの一対比較の回答例（設問2の一部）

(3) 一対比較の評価値の回答分布

一対比較の評価値として表6-3の値を採用し⁵⁾、全回答者の回答分布と一対比較値の幾何平均値を求めた。なお、アンケートは郵送法で140部配布し、有効回収数85部、有効回収率60.7%であった（表6-4、表6-5）。

表6-3 左の項目から右の項目をみた場合の一対比較値

一対比較の評価段階	評価値
左と右の項目が同じくらい重要	1
左のほうが右より若干重要	3
左のほうが右より重要	5
左のほうが右よりかなり重要	7
左のほうが右より絶対的に重要	9
右から左をみた場合に用いる	上の数値の逆数

表6-4 回答者の所属別人数

所 属	人 数(人)
設計事務所	49
建設会社 (設計部、研究所)	36
計	85

表6-5 回答者の設計経験年数

設計経験年数	人 数(人)	平均:
～5年	1	約23年
5～10年	11	
10～15年	8	
15～20年	16	
20～25年	18	
25～30年	14	
30～35年	14	
35～	3	
計	85	

注) A～B年は、A年以上B年未満を表す。

a. ホテル・旅館（図6-12）

「明快さの向上」と「二方向避難の確保」の比較では、両方が同程度重要と回答した人が25%と最も多かったが、どちらか一方が重要と回答した人も多く、三つの回答群に分かれた。全体の幾何平均値は0.78(<1)で、結果としてや

や「二方向避難の確保」のほうが重視される結果になった。「最大歩行距離の短縮」との比較では「明快さの向上」、「二方向避難の確保」とも幾何平均値が3を大きく越え、「明快さの向上」と「二方向避難の確保」が「最大歩行距離の短縮」に対して非常に重視されている。

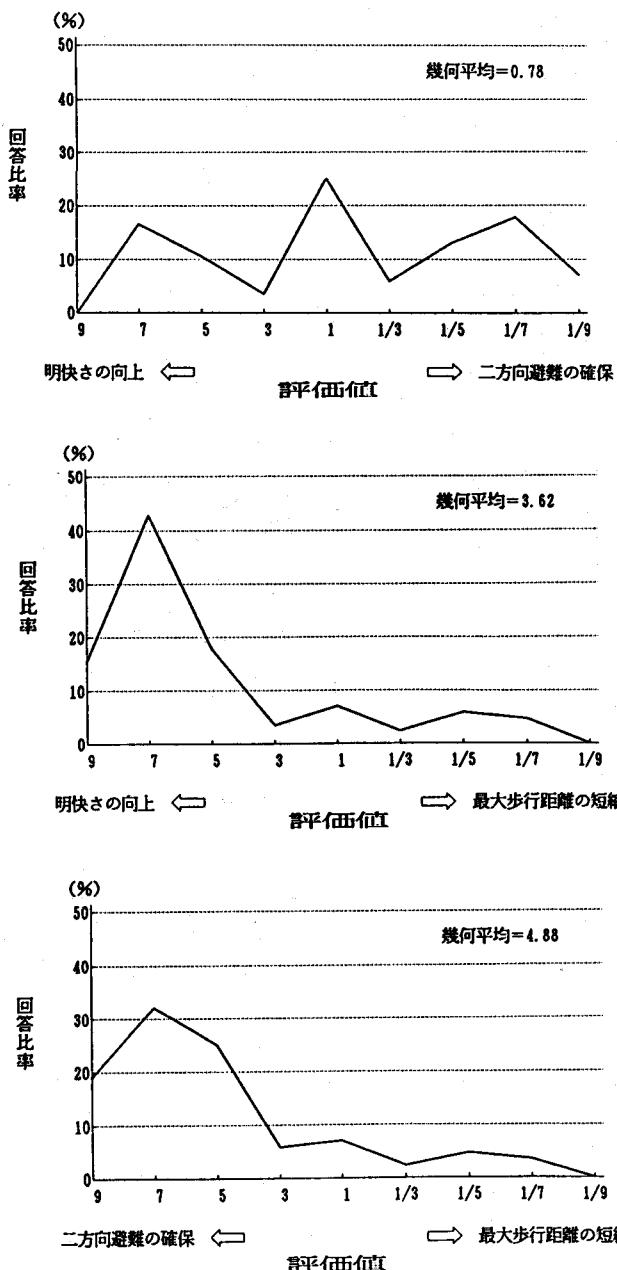


図 6-12 一対比較の回答分布（ホテル・旅館）

b. デパート（図6-13）

「明快さの向上」が「二方向避難の確保」、「最大歩行距離の短縮」のいずれよりも重視され、また「二方向避難の確保」が「最大歩行距離の短縮」よりも重視されているため、「最大歩行距離の短縮」の評価がもっとも低くなる。

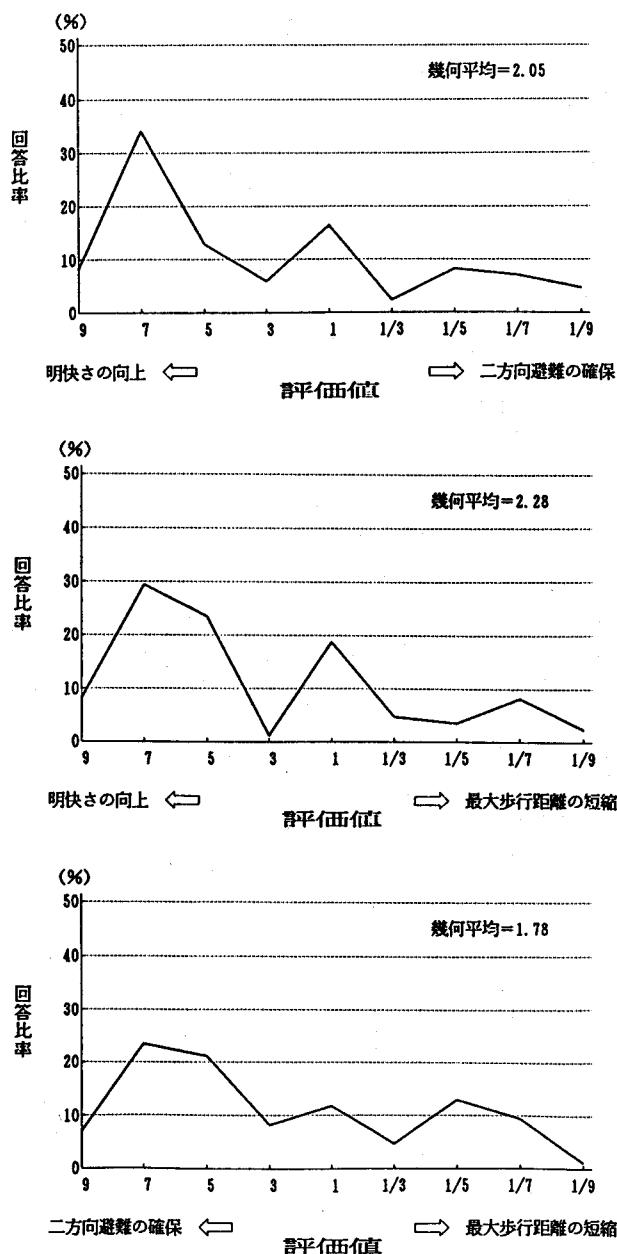


図6-13 一対比較の回答分布（デパート）

c. 病院（図6-14）

「明快さの向上」と「二方向避難の確保」の比較では、幾何平均値が0.64(<1)となり、ホテル・旅館と同様、全体として「二方向避難の確保」のほうがやや重視される。病院は4種類の施設のなかで、評価がもっとも分散した。

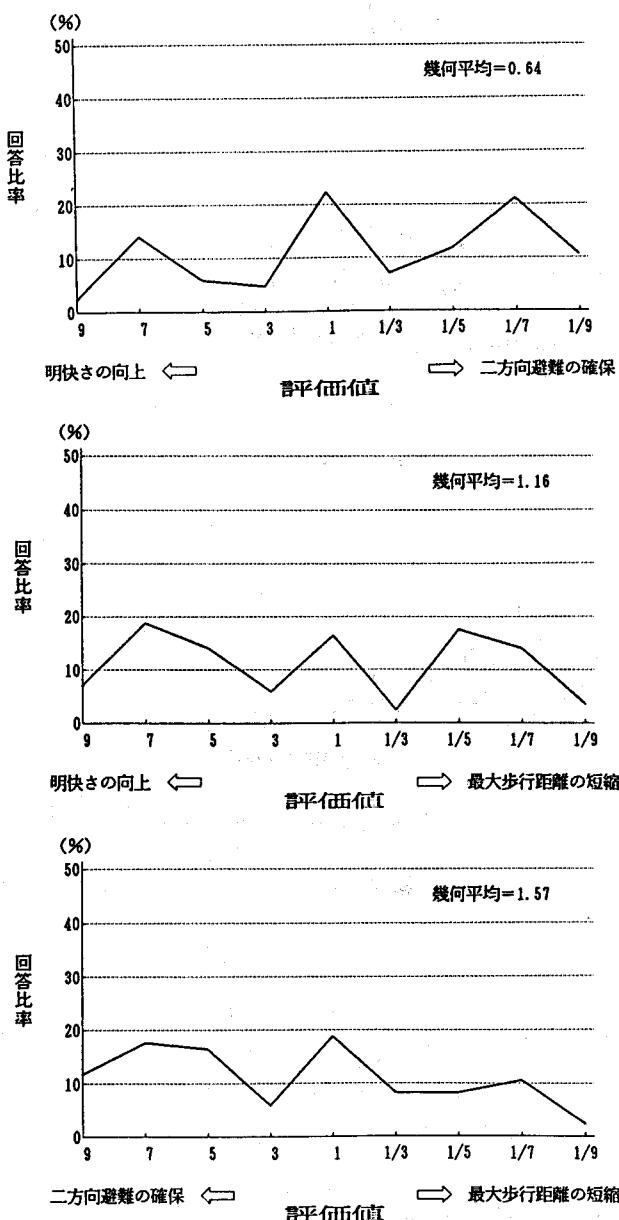


図6-14 一対比較の回答分布（病院）

d. 地下街（図6-15）

「明快さの向上」と「二方向避難の確保」、「二方向避難の確保」と「最大歩行距離の短縮」について評価が分かれた。評価値の回答比率の分布、幾何平均値のいずれにおいても、デパートに近い結果が得られた。

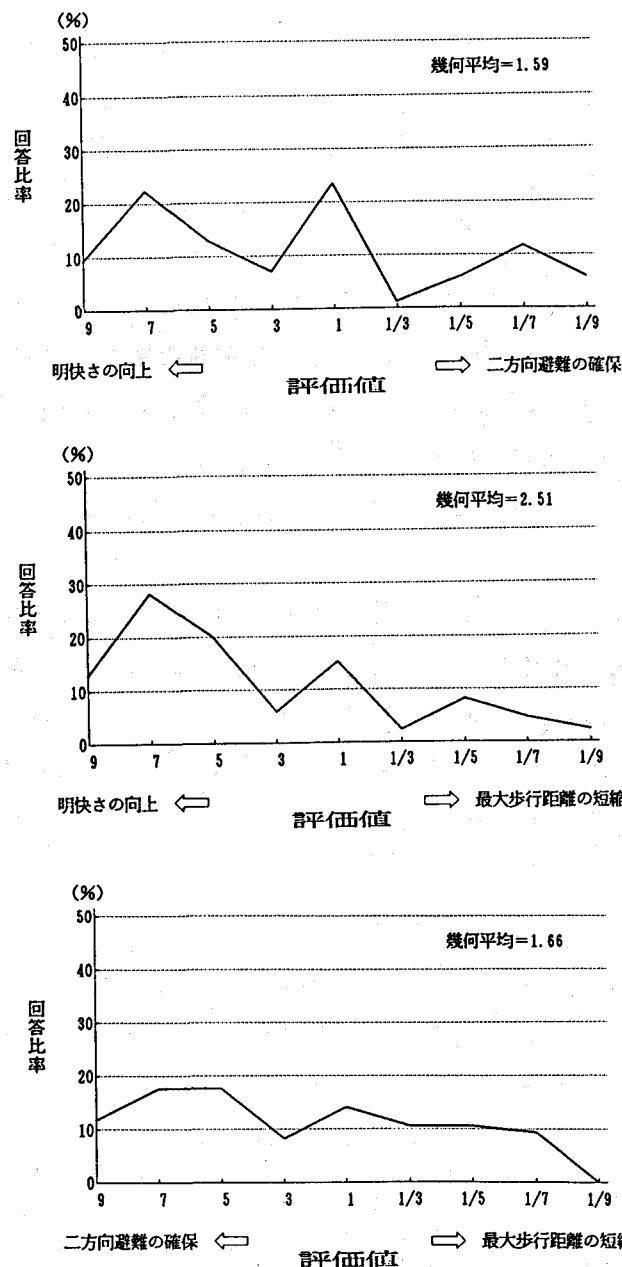


図6-15 一対比較の回答分布（地下街）

(4) 階層分析法による評価値の重みの推定結果

アンケートの回答を階層分析して、各指標の重みを推定した結果を、表6-6に示す。ここで整合度 C. I. (consistency index) とは、一対比較の回答の整合性の程度をみる指標であり、整合度は、一対比較行列が完全な整合性を持つ場合に限り 0 となり、 $C. I. < 0.1$ が整合性の目安とされる⁸⁾。個人レベルでの回答結果の整合度は個人差が大きく、必ずしも良好とはいえないなかつたが、全回答の幾何平均をとると、表6-6に示すように、非常によい整合性が得られた。

a. ホテル・旅館

「二方向避難の確保」(0.509), 「明快さの向上」(0.385), 「最大歩行距離の短縮」(0.106) の順に重視されている。「二方向避難の確保」の重みが 0.5 を越えているが、「明快さの向上」も 0.39 とかなり重視され、その結果「最大歩行距離の短縮」の重みが小さくなっている。宿泊施設の設計では、二方向避難や明快な避難経路の確保が重要と認識されていることがわかる。

b. デパート

「明快さの向上」(0.512), 「二方向避難の確保」(0.293), 「最大歩行距離の短縮」(0.195) の順に重視されており、特に「明快さの向上」の重みが大きい。ホテルに比べると「最大歩行距離の短縮」の重みが大きく、不特定多数が利用するデパートにおいては、避難者が安全域に早く到達することが重要と考えられている。

c. 病院

「二方向避難の確保」(0.439), 「明快さの向上」(0.292), 「最大歩行距離の短縮」(0.269) の順に重要と評価されている。3 指標の重みの差が 4 施設中もっとも接近していること、「最大歩行距離の短縮」が「明快さの向上」と同程度重視されていることが特徴である。他の 3 施設に比べて「明快さの向上」の重みが小さいのは、病院では建物内を熟知した職員が患者を避難誘導するため、必ずしも避難経路が明快でなくてもよく、また「最大歩行距離の短縮」の重みが大きいのは、自力避難が困難な患者が多い病院では、避難動線が短いほうがよいと考えられているからであろう。

d. 地下街

「明快さの向上」(0.489), 「二方向避難の確保」(0.316), 「最大歩行距離の短縮」(0.195)の順に重要と評価されており、デパートの結果に非常に近い重みが得られた。

表6-6 階層分析による評価指標の重みの推定値

施設の種類	E : R _a : D _w	整合度(C.I.)
ホテル・旅館	0.385 : 0.509 : 0.106	0.0002
デパート	0.512 : 0.293 : 0.195	0.0123
病院	0.292 : 0.439 : 0.269	0.0011
地下街	0.489 : 0.316 : 0.195	0.0001

以上のように、設計者の避難・防災設計に対する意識が施設の種類により異なることを定量的に明らかにした。しかし本来、避難安全性の評価指標の重みの推定のためには、個々の具体的な計画例を対象にして、設計チーム内で一対比較値を収束させておく必要があり、表6-6の値は平均的な評価を示すにすぎないことは、十分認識しておく必要がある。

6.4 実際の建物への適用性向上のためのモデルの修正

実在する建物をネットワーク化するにあたっては、人間の経路選択に影響を与える「空間の広がり」、「方向性」、「見通し」などの空間の諸特性をある程度考慮しないと、現実とかけ離れた結果を得るおそれがある。このようなことを避け、より現実的な結果を得るために、避難時の人間行動を可能な限りモデルの仮定条件に取り入れるように、モデルの構造や基本データを一部修正する必要がある。

(1) 平面の明快さの現実化のためのデータの修正

a. 避難施設の直前にきたときの避難行動の考慮

避難者が避難階段や避難バルコニーの直前に到達すれば、避難者はその存在を認識し、そこに逃げ込むことは自然な避難行動である。そこで、避難施設頂

点の直前の頂点に来れば、必ず避難施設頂点に向かうように、隣接頂点に接続する辺を自動的に有向化するようにした（以下、辺の自動有向化という）（図6-16）。

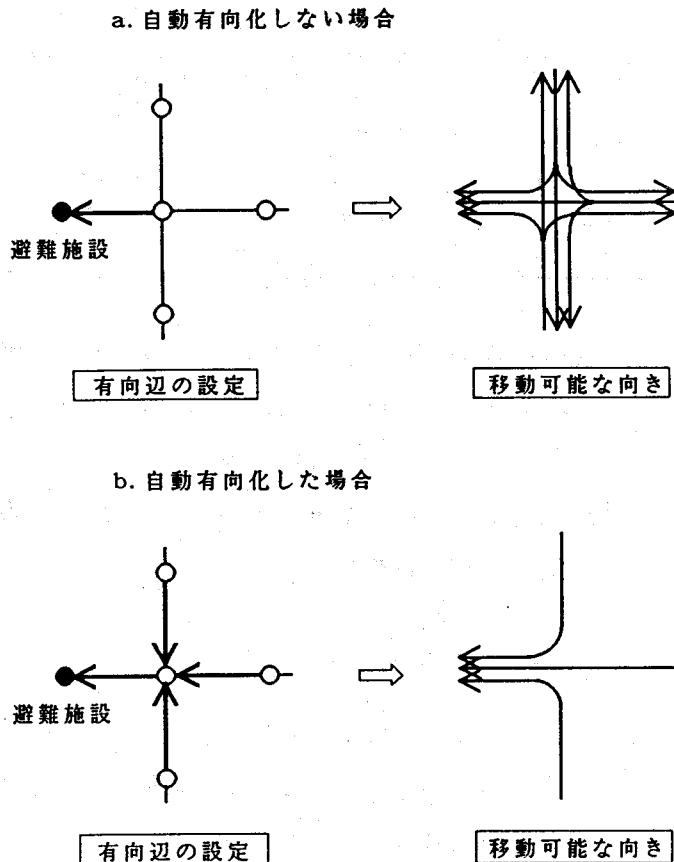


図6-16 辺の自動有向化

b. 不自然な避難方向の排除

ホテル・旅館や病院のように、廊下に面して小部屋が並んでいる建物では、煙に追い詰められたり、廊下が煙にひどく汚染されない限り、廊下からドアを通って小部屋にはいる避難行動をとることは考えにくい。また、デパートなどの大規模商業施設には、比較的幅員の広い主要通路と、売り場のショーケース

等で形成される、主要通路から入り込んだ幅員の狭い通路があるが、避難時に主要通路から、このような狭い通路に入り込むことは不自然である。

以上のように、図面・写真や現場調査から判断して、明らかに選択しないと思われる避難方向があれば、そのような避難方向を排除するように、任意の辺をあらかじめ有向化できるよう、初期データとして与えられるようにした（以下、辺の初期有向化という）。

（2）二方向避難率の現実化のためのモデルの修正

第4章で示した「二方向避難率（ R_a ）」の算出モデルでは、建築基準法でいう重複距離をいっさい認めていないので、ドアの廊下側を仮想出火点にした場合には、廊下とただ1カ所のドアを通じて面している部屋は二方向避難ができないと判断される。そのため、この部屋の重みが二方向避難率 R_a に算入されず、 R_a の値が実感とかけはなれた低い値になってしまふ。

このような不都合をなくすために、仮想出火点のスキャン時にスキップさせる頂点を、任意に指定できるようにした。これは、室内から廊下に出るのに要する歩行距離を重複距離として認めることを意味する。

（3）モデルの修正にともなう必要データの追加

評価指標の計量化モデルに必要なデータは、

- ①ネットワークの隣接行列
 - ②ネットワークの距離行列
 - ③各頂点の重み（ここでは頂点が負担する床面積とする）
 - ④避難施設数（あるいは避難施設の指定位置）
- の4種類であるが、モデルの修正にともない、新たに
- ⑤有向化する辺の指定
 - ⑥仮想出火点としない頂点の位置
- の2種類のデータが必要となる。

各評価指標の算出に必要なデータを、表6-7に示す。

表 6-7 各評価指標の算出に必要なデータ

データの種類	Eの算出	R _a の算出	D _w の算出
①隣接行列	○	○	○
②距離行列	○	×	○
③頂点の重み	×	○	×
④避難施設数	○	○	○
⑤有向化する辺の指定	○	×	○
⑥仮想出火点としない頂点の位置	×	○	×

[注] ○は算出に必要なデータ、×は不要なデータを表す。

6.5 評価対象施設のネットワーク化

(1) 評価対象施設の選定

6.3で求めた、4種類の施設に対する各評価指標の重みの推定値（表6-6）を用いて、実在する「ホテル」、「ショッピングセンター」、「病院」、「地下街」の4種類の施設の避難安全性の評価を行う。評価対象施設の選定にあたっては、
 ①縮尺が明確な図面が入手できること
 ②各施設の典型的な特徴を有する平面形であること
 を条件にした。

以下に、各施設の評価対象部分の平面の特徴を示す。また、表6-8に評価対象施設の概要を示す。

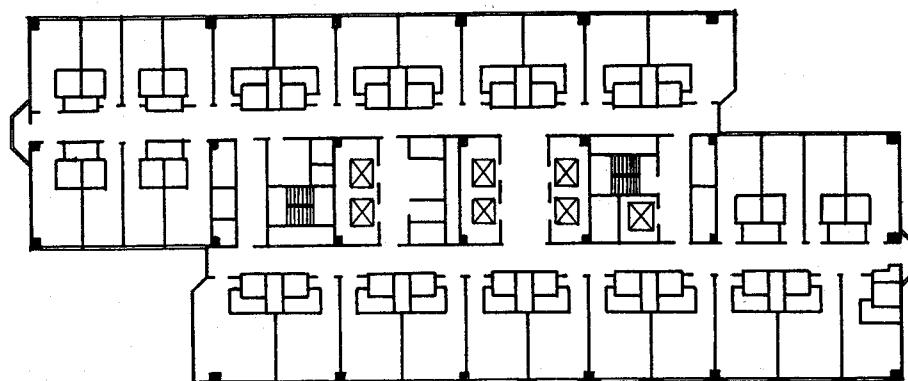
表 6-8 避難安全性の評価対象施設の概要

評価対象施設（所在地）	階数(地上/地下)	延床面積	評価部分の面積
S ホテル (大阪市北区)	23階/3階	50,788 m ²	1,210 m ²
J ショッピングセンター (千葉市)	4階/1階	45,253 m ²	8,921 m ²
K 病院 (富山市)	5階/1階	12,456 m ²	1,380 m ²
A 地下街 (大阪市天王寺区)	-/2階	8,900 m ²	6,600 m ²

a. S ホテル

図6-17に示す宿泊棟基準階を、評価対象とする。コアの両端に1カ所ずつ避難階段を設け、いずれも特別避難階段とするとともに、両者をできるだけ離している。また、避難階段から遠い側の廊下の先端部に避難バルコニーを設置し、そこに設置した避難タラップを伝って下階に避難できるようにしている。

しかし、日常的な垂直移動手段をエレベーターに頼るうえに、階段が特別避難階段で、防火戸が隨時開放（常時閉鎖）であるため、わかりやすい誘導表示がないと、非常時に階段室の認知が困難になる危険性があることを、現地調査により確かめている。

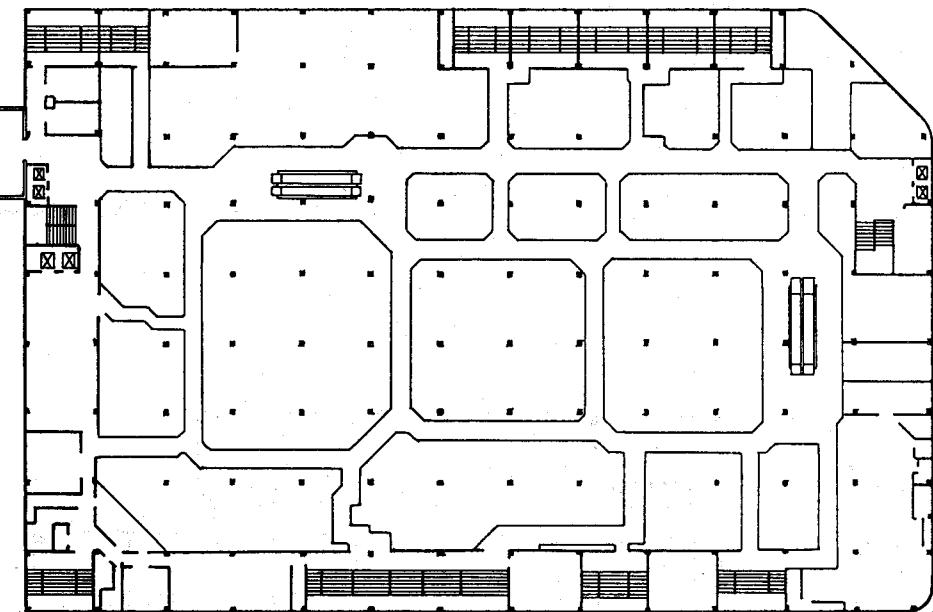


S=1:500

図6-17 S ホテルの評価対象平面（宿泊棟基準階）

b. J ショッピングセンター

図6-18に示す2階部分を評価対象とする。避難階段は、すべて建物の外周部に分散配置されている。売場内は主要通路が連続した回路状に配置され、そこから各避難階段に通じる通路が外に向かってのびている。一部の階段はエレベーターや便所の近くに配してあるため、位置を認識しやすいが、その他の階段は主要通路から奥まったところにある。二方向避難は、よく確保されている。



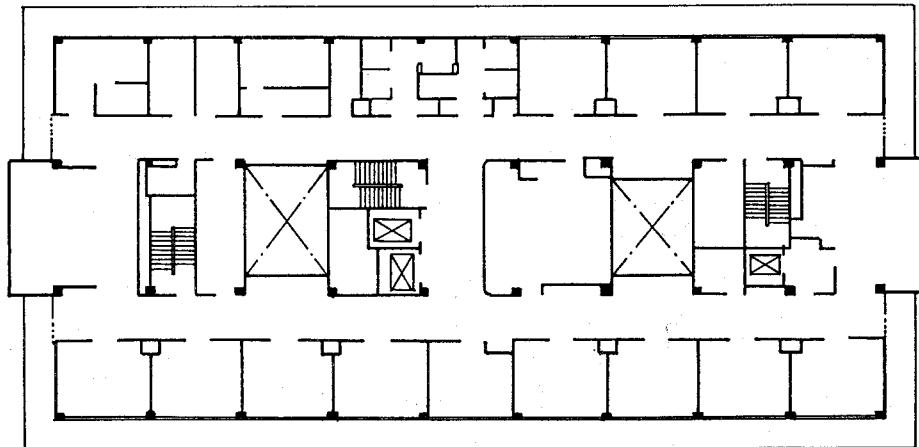
S=1:1000

図 6-18 J ショッピングセンターの評価対象平面（2階）

c. K 病院

図 6-19 に示す病棟の 5 階を評価対象とする。病棟は複式廊下型で、主要通路形状は、いわゆる「日の字型」をしている。3カ所の避難階段を互いにできるだけ離すとともに、外周には全面的に避難バルコニーを回し、廊下の突き当たりからは、引き戸を通って避難バルコニーに出られるようになっている。

また、図面からは読み取れないが、平面を防火区画で三つのゾーンに分離し、出火階であっても非出火区画に水平避難すれば、急いで垂直避難をしなくてもよいように計画されている。



S=1:500

図6-19 K病院の評価対象平面（病棟5階）

d. A地下街

A地下街は、地下1階が中心であるが、一部の飲食店が地下2階に入っている。また、地下2階は地下鉄のコンコースになっている。ここでは、図6-20に示す地下1階部分を、評価対象とする。

中央部付近の、外周から離れた5カ所の階段、右側の上から三つ目の階段、左下にある斜めについた階段の計7カ所の階段は、地下2階への連絡用で、地上へはつながっていない。地下1階北側半分には飲食店が集まり、通路形状が比較的単純であるが、南側半分の西側の「ファッションプラザ」部分の通路は格子状になっている。しかし、この部分の通路幅は非常に狭く、かつその東北側が広い空間になっているため、避難者が避難時に広場部分から「ファッションプラザ」に入っていくのは考えにくいことを、現地調査により確かめている。

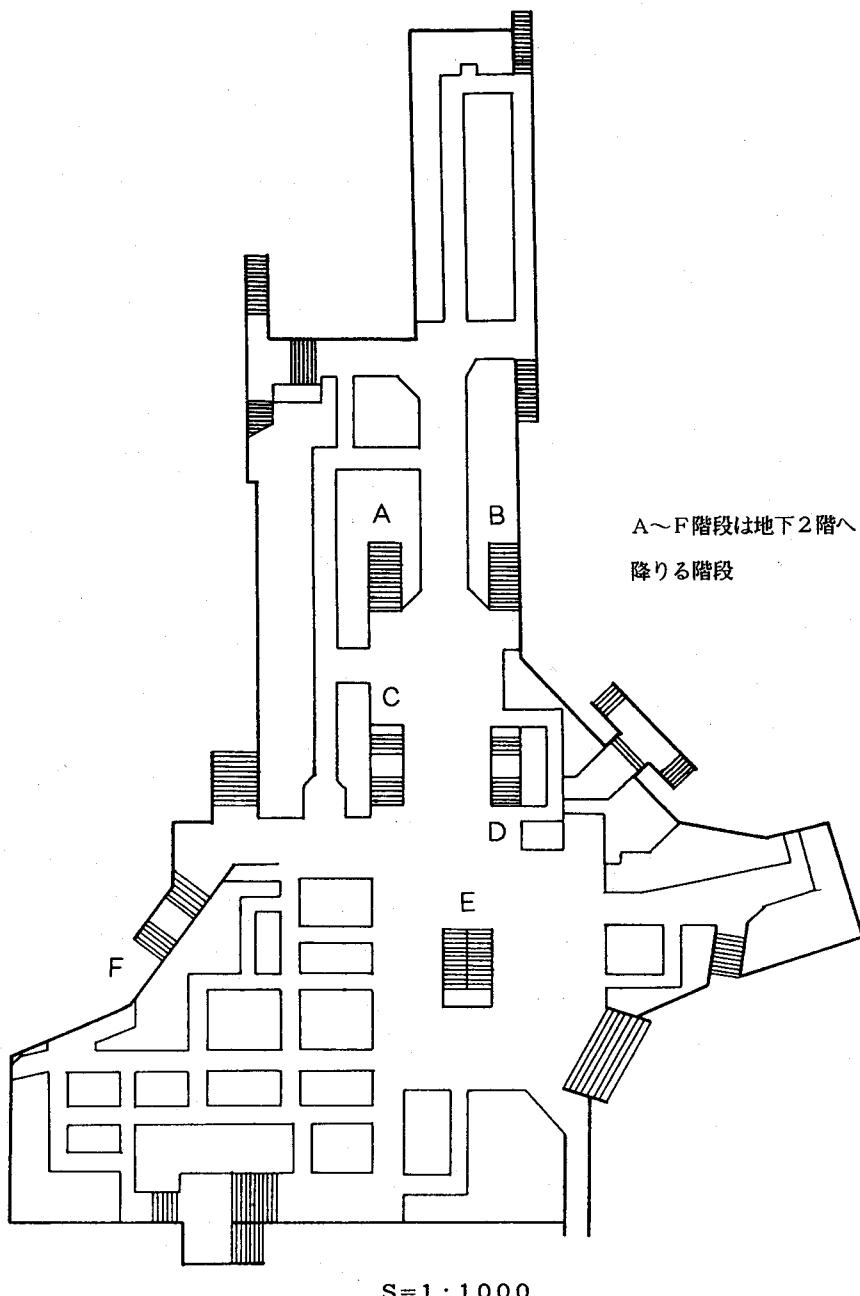


図6-20 A地下街の評価対象平面（地下1階）

(2) 空間のネットワーク化の原則

評価対象施設のネットワーク化は、以下の原則にしたがって行う。

- ①通路の交差点は、必ず頂点に設定する。
- ②避難施設は必ず単独で頂点に設定し、他の部分を含まないようにする。
- ③避難施設頂点の重みは0とする。
- ④一つの頂点の重み（負担面積）が、他の頂点の重みと比べて突出して大きくならないようにする。
- ⑤一つの辺の長さが、他の辺の長さと比べて突出しないようにする。
- ⑥明らかに避難経路として使われない通路や、ふだんは人がおらず、避難時にも人がまぎれこむおそれがない部分（機械室、電気室、倉庫など）は、ネットワーク化しない。
- ⑦現地調査や図面から判断して、明らかに選択しないと思われる避難方向があれば、そちらに向かわないように、辺を初期有向化しておく。

(3) 評価対象施設の現状のネットワーク化

(2) で示した原則にしたがい、評価対象施設の現状を以下のようにネットワークで表現した。

a. S ホテル

1) ネットワーク表現（図6-21）

ホテルSの客室部基準階を、59個の頂点と60本の辺のネットワークで表現する。避難施設は、特別避難階段2カ所（頂点29, 31）、避難バルコニー2カ所（頂点13, 48）の計4カ所とする。

2) 辺の初期有向化

客室部の頂点（頂点1～12, 24～27, 33～36, 49～59）から廊下に向かう辺を有向化し、廊下から客室に入りこめないようにしておく。また、避難階段が附室付きの特別避難階段であるため、廊下から避難階段の扉が直接目に入らないが、附室（頂点28, 32）を準安全域とみなして、附室への入り口直前（頂点17, 22, 38, 43）に来れば必ず附室に入ると考え、16→17, 18→17, 21→22, 23→22, 37→38, 39→38, 42→43, 44→43の方向に初期有向化を行う。

なお、17→28, 38→28, 22→32, 43→32へは、自動有向化が行われる。

3) 頂点の重み

各頂点が負担する床面積を、頂点の重みとする（図6-21）。

4) 平均歩行距離 x_m の設定

建築基準法施行令第百二十条に規定された、ホテルの15階以上の階の歩行距離制限値50m（耐火構造で、準不燃以上で内装をした場合）を、平均歩行距離 x_m とする。

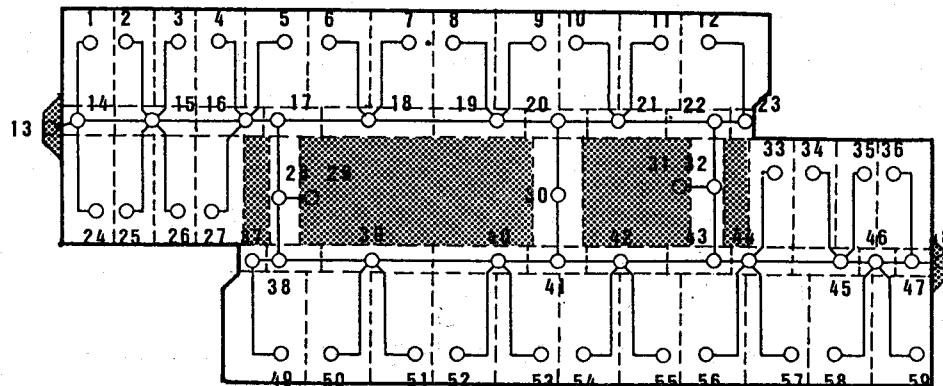


図 6-21 S ホテルの評価対象平面のネットワーク化と
頂点の重みの割り当て

b. J ショッピングセンター

1) ネットワーク表現（図 6-22）

J ショッピングセンターの2階を、61個の頂点と70本の辺のネットワークで表現する。避難施設としては、避難階段が15カ所（頂点1～7, 24, 32, 55～60）ある。

2) 辺の初期有向化

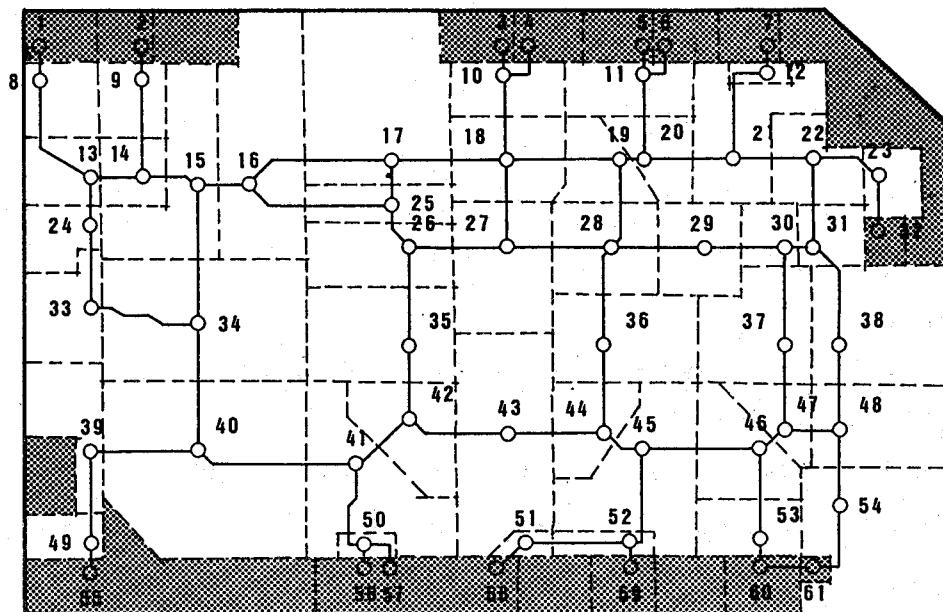
J ショッピングセンターでは、人間の行動を強く規制するような空間上の特徴がないと判断されるため、辺の初期有向化は行わない。

3) 頂点の重み

各頂点が負担する床面積を、頂点の重みとする（図 6-22）。

4) 平均歩行距離 x_m の設定

建築基準法施行令第百二十条に規定された、百貨店・マーケットの14階以下の階の歩行距離制限値40m（耐火構造で、準不燃以上で内装をした場合）を、平均歩行距離 x_m とする。



$S=1:1000$ ■は頂点の重みが0の区画を示す。

図6-22 Jショッピングセンターの評価対象平面のネットワーク化と頂点の重みの割り当て

c. K病院

1) ネットワーク表現(図6-23)

K病院の病棟5階を、60個の頂点と61本の辺のネットワークで表現する。避難施設は、3カ所の避難階段(頂点26, 30, 31)とする。

しかし、自力歩行が困難な入院患者がいる場合は、水平避難だけで到達できる避難バルコニーが一次避難場所として有効であるため、避難バルコニーへの出口4カ所(頂点57, 58, 59, 60)を避難上有効な安全域とみなす場合、すなわち安全域が7カ所の場合の評価も行う。

2) 辺の初期有向化

病室部の頂点（頂点1～3, 5～11, 48～56）, 浴室（頂点4）, ナースステーション（頂点28, 32, 33）, 休憩室（頂点29）, から廊下に向かう辺を有向化する。

また, 訓練室（頂点24）と食堂（頂点36）は広がりがあり, 袋小路にならないので, これらも初期有向化しておく。

頂点13は, 頂点57（避難施設）の隣接頂点でないため, 自動有向化の範囲外であるが, 図面および写真から判断して, 頂点13にいる人は明らかに頂点57に向かうと思われるため, 14→13, 25→13, 13→12の方向に初期有向化を行う。

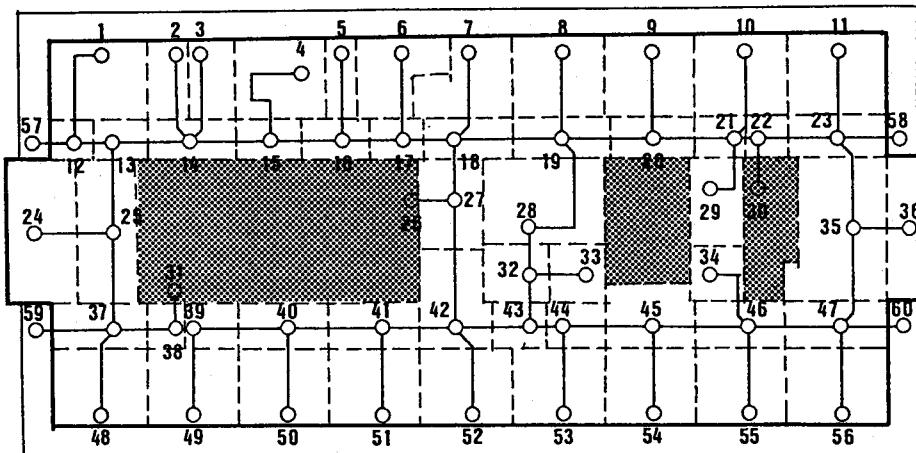
また, 頂点21と39は, 1～1.5mの至近距離に避難階段直前の頂点22, 38があるので, 頂点21と39からは避難階段と反対の方向に避難することはないと考え, 20→21, 40→39の方向に初期有向化を行う。

3) 頂点の重み

各頂点が負担する床面積を, 頂点の重みとする（図6-23）。

4) 平均歩行距離 x_m の設定

建築基準法施行令第百二十条に規定された, 病院の14階以下の階の歩行距離制限値60m（耐火構造で, 準不燃以上で内装をした場合）を平均歩行距離 x_m とする。



S=1:500 は頂点の重みが0の区画を示す。

図6-23 K病院の評価対象平面のネットワーク化と
頂点の重みの割り当て

d. A地下街

1) ネットワーク表現（図6-24）

A地下街の地下1階を、68個の頂点と85本の辺のネットワークで表現する。ただし、奥まった所にある便所への通路は、ネットワーク化の対象外とした。避難施設は、地上に通じる避難階段が11カ所（頂点1, 6, 12, 13, 22, 29, 31, 46, 55, 67, 68）ある。

2) 辺の初期有向化

A地下街の左下部分の大半と右下の一部が、壁のない見通しのよい売り場になっており、その部分の通路は、主要通路から入り込んだ幅員の狭い細街路になっている。

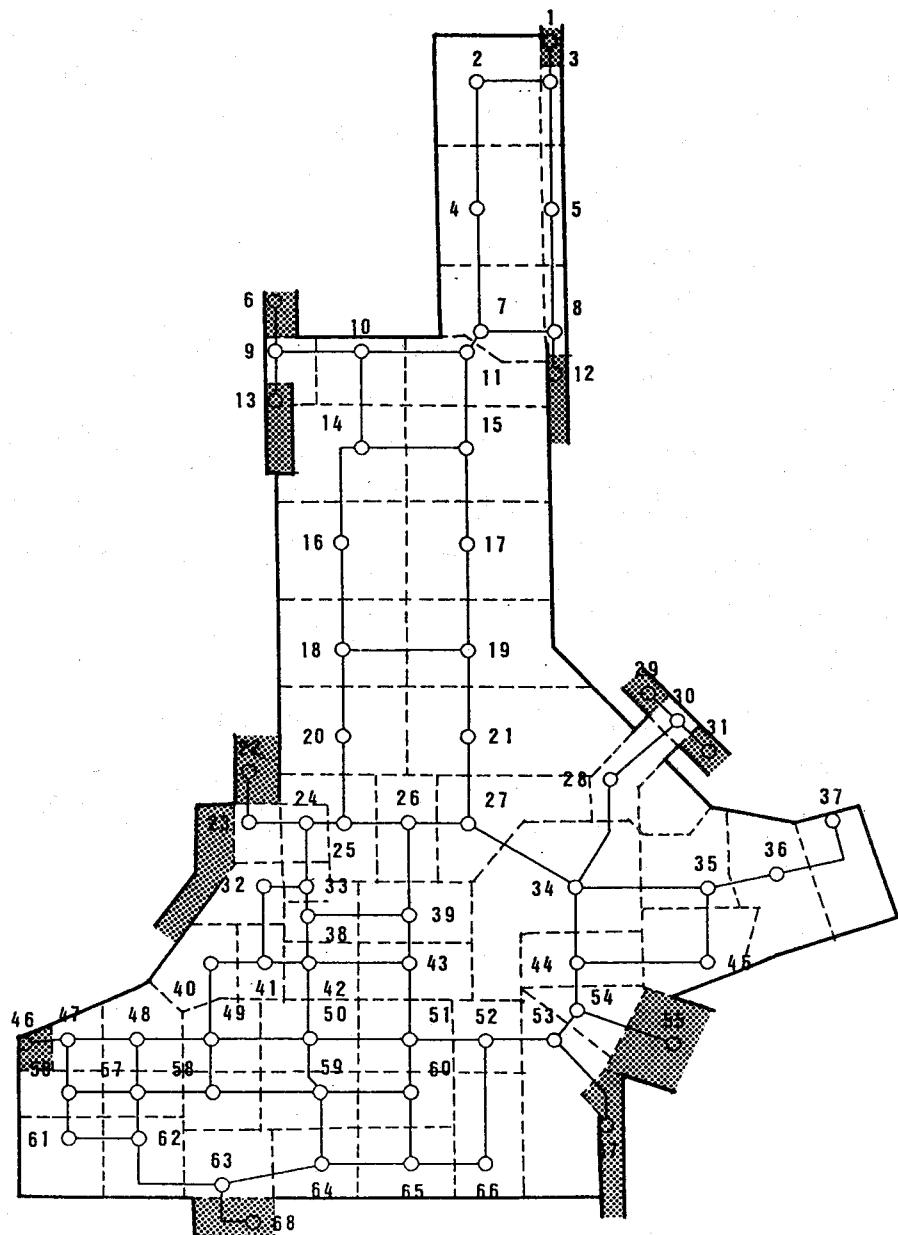
現地を調査した結果、避難時に主要通路からそこに入り込むことは不自然と判断されるので、主要通路から細街路に向かわないように $33 \rightarrow 24$, $38 \rightarrow 39$, $42 \rightarrow 43$, $50 \rightarrow 51$, $59 \rightarrow 60$, $59 \rightarrow 64$, $66 \rightarrow 52$, $66 \rightarrow 65$, $45 \rightarrow 35$, $45 \rightarrow 44$ の方向に初期有向化を行う。

3) 頂点の重み

各頂点が負担する床面積（図6-24）を、頂点の重みとする。

4) 平均歩行距離 x_m の設定

建築基準法施行令第百二十八条の三に規定された、地下街の各構えの規定の歩行距離制限値30mを、平均歩行距離 x_m とする。



S = 1 : 1000

[diagonal line pattern] は頂点の重みが0の区画を示す。

図 6-24 A 地下街の評価対象平面のネットワーク化と
頂点の重みの割り当て

6.6 避難安全性の定量的評価

(1) 避難安全性の定量的評価について

建物の計画案や、すでに建っている建物の現状において、避難安全性がどの程度確保されているかを知ることは、平面計画を多方面から検討するうえでの重要な情報となる。

一般に建築計画においては、日常動線や機能上の要求条件が優先されることが多く、避難施設が避難からみて必ずしも最適な位置に配置されるとは限らないので、計画中の案に避難安全性が、避難からみてどの程度確保されているのかを知ることは、計画上有益な情報となる。

ここでは、4.1(3)で示した避難安全性を定量的に表現する式として、式(5)からminをとった式、すなわち

$$z = \sum_{a=1}^3 |W_a \cdot (F_a - 1)| \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (6)$$
$$(0 \leq z < 1)$$

を採用し、式(6)により得られる評価値 z を、ある避難施設配置における避難安全性の定量的評価値と定義する。

(2) 現状の避難安全性の評価

6.5(3)で作成した評価対象施設の現状のネットワーク(図6-21, 図6-22, 図6-23, 図6-24)を、式(6)で評価し、それぞれの避難安全性を求める。なお、各評価指標の重みは、6.3で推定した値(表6-6)を用いる。

a. Sホテル

一直線状の廊下が2本平行に並び、いずれもが2カ所の特別避難階段の附室につながっており、廊下の突き当たりには避難バルコニーが設置されているなど、避難施設がバランス良く配置されているため、 $F_1 = 0.691$ になる。

頂点22～23間と37～38間の辺が短い袋小路となり、頂点22と38が仮想出火点になったときに、一部の客室(頂点12, 49)とその前の廊下(頂点23, 37)からは二方向避難ができないと判定され、 $F_2 = 0.919 (< 1)$ となるが、実質的には二方向避難が、よく確保されているといえる。また最大歩行距離は、 $F_3 =$

0.840 ($D_w = 37.0\text{m}$) におさまっている。

S ホテルは避難経路が明快で、かつ避難階段や避難バルコニーがバランスよく配置されていることが図面から読み取れるが、 F_1 と F_3 がよい値を示すことは、この判断とよく一致する。

以上の結果と表6-6の重みから、避難安全性の評価値 $z = 0.177$ が得られる（表6-9）。

b. J ショッピングセンター

すべての避難階段が、回路状の主要通路からはずれているにもかかわらず、 $F_1 = 0.614$ と比較的高くなるのは、避難階段が15カ所あり、それらが分散配置されているためである。また $F_2 = 1$ が達成され、二方向避難が完全に確保されている。

$F_3 = 0.014$ ($D_w = 146.5\text{m}$) と非常に低くなるのは、評価対象階の床面積が $8,912\text{m}^2$ と大規模であるうえに、回路状の主要通路から枝分かれした通路の突き当たりにある避難階段の存在に気付かず、売り場を端から端まで移動しないと避難階段に到達できない場合がある空間構造になっているためである。

以上の結果と表6-6の重みから、避難安全性の評価値 $z = 0.390$ が得られる（表6-9）。

c. K 病院

$F_1 = 0.679$ と高くなるのは、避難階段が「日の字型」の通路に接して3カ所、2本の主要通路の端部に避難バルコニーへの出口が4カ所、合わせて避難施設が7カ所あり、かつそれらが分散配置されているためである。同様の理由により、 $F_3 = 0.833$ ($D_w = 45.5\text{m}$) におさまっている。

$F_2 = 1$ となるのは、二方向避難が完全に確保されており、袋小路が存在しないことを示している。

K 病院は、避難経路が明快で、かつ避難階段や避難バルコニーへの出口がバランスよく配置されていることが図面から読み取れるが、 F_1 と F_3 がよい値を示すことは、この判断とよく一致する。

以上の結果と表6-6の重みから、避難安全性の評価値 $z = 0.139$ が得られる（表6-9）。

d. A地下街

$F_1 = 0.476$ で、他の評価対象と比べて低くなる。これは、ネットワークの下半分が格子状になっていること、規模の割に避難階段の数が少ないこと、避難階段がすべて周辺部に配置されていることが原因である。また、頂点36, 37が袋小路となっているため、 $F_2 = 0.953 (< 1)$ であるが、ほぼ二方向避難が達成されている。

$F_3 \rightarrow 0$ ($D_w = 178.5\text{m}$) と非常に低くなってしまうのは、周辺部にある避難階段に気付かず、地下街の端から端まで移動してしまうことがある空間構造になっているためである。

以上の結果と表6-6の重みから、避難安全性の評価値 $z = 0.466$ が得られる(表6-9)。

表6-9 現状の避難安全性の評価値 z

評価対象施設	F_1	F_2	F_3 (D_w)	z
Sホテル	0.691	0.919	0.840 (37.0m)	0.177
Jショッピングセンター	0.614	1.0	0.014 (146.5m)	0.390
K病院	0.679	1.0	0.833 (45.5m)	0.139
A地下街	0.476	0.953	0.000 (178.5m)	0.466

(3) 安全化対策の効果の評価

SホテルとK病院においては、避難バルコニーの存在が、二方向避難の確保や最大歩行距離の短縮に大きく寄与していると考えられる。また、JショッピングセンターとA地下街は、避難階段が主要通路からはずれたところに配置されているため、「明快さ」と「最大歩行距離」の評価が悪く、結果的に避難安全性が低くなっているが、避難階段への誘導が確実に行われれば、避難安全性が大きく向上することが期待できる。そこで、SホテルとKリハビリテーション病院については、避難バルコニーが使用できない場合、またJショッピングセンターとA地下街については、避難階段への誘導を確実に行った場合を想定して、それぞれのケースの避難安全性が現状の結果(表6-6)からどう変化

するかを調べ、安全化対策の効果の定量的把握を行う。

想定したのは、以下に示す7ケースである。各ケースの評価値の結果と、現状値に対する増減を表6-10に示す。

表6-10 安全対策等による避難安全性の評価値の変化

評価対象施設	ケース	$F_1 (= E)$	$F_2 (= R_a)$	$F_3 (D_w)$	Z
S ホテル	現状	0.691	0.919	0.840 (37.0m)	0.177
	A-1	0.434 (-0.257)	0.919 (±0)	0.533 (70.3m) (-0.307)(+33.3m)	0.308 (+0.131)
	A-2	0.483 (-0.208)	0.481 (-0.438)	0.840 (37.0m) (±0)(±0m)	0.480 (+0.303)
J ショッピングセンター	現状	0.614	1.0	0.014 (146.5m)	0.390
	B-1	0.743 (+0.129)	1.0 (±0)	0.018 (142.5m) (+0.004)(-4.0m)	0.323 (-0.067)
K 病院	現状	0.679	1.0	0.833 (45.5m)	0.139
	C-1	0.332 (-0.347)	0.966 (-0.034)	0.680 (66.0m) (-0.153)(+20.5m)	0.296 (+0.157)
A 地下街	現状	0.476	0.953	0.000 (178.5m)	0.466
	D-1	0.696 (+0.220)	0.953 (±0)	0.001 (140.5m) (+0.001)(-38.0m)	0.359 (-0.107)
	D-2	0.605 (+0.129)	1.000 (+0.047)	0.000 (154.5m) (±0)(-24.0m)	0.388 (-0.078)
	D-3	0.782 (+0.306)	1.0 (+0.047)	0.001 (140.5m) (+0.001)(-38.0m)	0.302 (0.164)

[注] 各ケースの下段にある()内の±の数値は、それぞれのケースの現状値に対する増減を示す。

a. S ホテル

[ケース A-1]

○想定内容

特別避難階段の附室への誘導がない。

○データの変更箇所

16→17, 18→17, 21→22, 23→22, 37→38, 39→38, 42→43, 44→43の初期有向化を解除する。

○評価結果（図6-25）

$F_1 = 0.434$, $F_2 = 0.919$, $F_3 = 0.533$ ($D_w = 70.3m$) で $z = 0.308$ となり, F_2 は現状と変わらないが, F_1 は0.257減少, F_3 は0.307減少 (D_w が33.3m增加) する。

このケースでは, 特別避難階段の附室への誘導がないと, 明快さの低下および最大歩行距離の増加が著しい。しかし, z の増加が0.131にとどまるのは, 重みが0.509ともっとも大きい F_2 に増減がなく, 減少がもっとも大きい F_3 の重みが0.106と小さいためである。

以上の結果は, 避難安全性の向上のためには, 随時開放の防火戸になっている階段室へは, 明確な誘導表示を行うことが重要であることを示している。

[ケースA-2]

○想定内容

- ①避難バルコニーが使用できない。
- ②特別避難階段の附室への誘導を確実に行う。

○データの変更箇所

避難バルコニーの頂点13, 48の削除と, それに伴う頂点13~14間, 47~48間の辺の削除。

○評価結果（図6-25）

$F_1 = 0.483$, $F_2 = 0.481$, $F_3 = 0.840$ ($D_w = 37.0m$) で $z = 0.480$ となり, F_3 は現状と変わらないが, F_1 は現状よりも0.208減少, F_2 は0.438減少する。

ホテルの場合は, F_2 の重みが0.509と大きいため, F_2 の減少は避難安全性の悪化 (z の値の増加) に大きく影響する。そのため, z は0.303増加し, $z = 0.480$ まで悪化する。

以上の結果は, S ホテルにおいては, 避難バルコニーが明快さの向上と二方向避難の確保に重要な役割を果たしていることを示している。

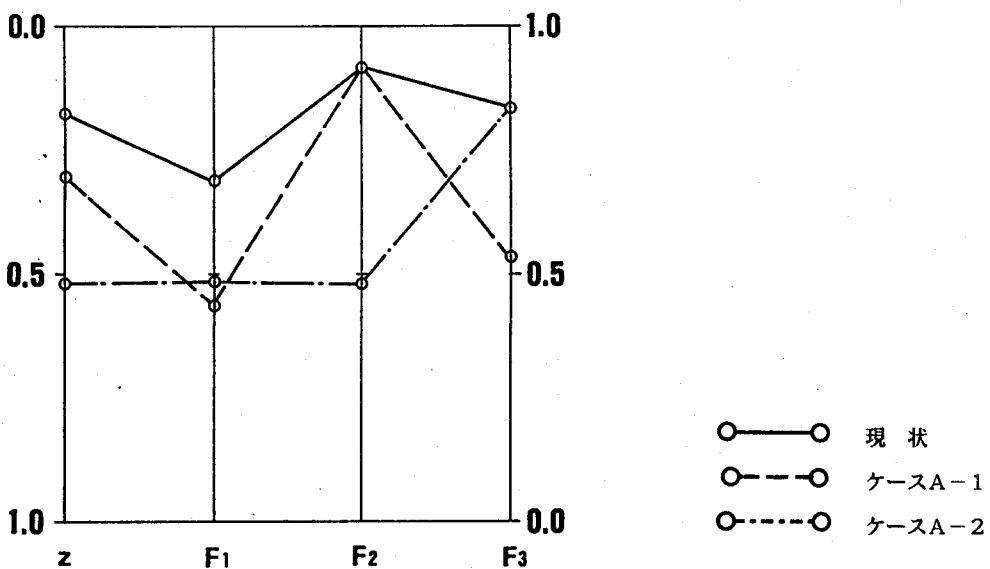


図 6-25 S ホテルの避難安全性の評価結果

b. J ショッピングセンター

[ケースB-1]

○想定内容

主要通路から避難階段に通じる通路への分岐点で、最寄りの避難階段へ確実に誘導する。

○データの変更箇所

主要通路上の頂点14, 18, 20, 21, 22, 27, 31, 34, 40, 41, 45, 46, 48から、最寄りの避難階段にしか向かわないように、接続する辺を初期有向化する。

○評価結果（図 6-26）

$F_1 = 0.743$, $F_2 = 1$, $F_3 = 0.018$ ($D_w = 142.5\text{m}$) で $z = 0.323$ となり、 F_1 は現状よりも 0.129 増加、 F_3 は 0.004 増加 (D_w が 4.0m 減少) するが、 F_2 は現状と同じく 1 を達成する。その結果、避難安全性 z は 0.067 向上する。

主要通路が連続した回路状になっており、多数の避難ルートが存在するため、これらをすべて避難施設でおさえて F_3 の向上 (D_w の短縮) をはかるの

は困難である。 F_1 と F_2 はすでに高い水準に達しているので、 z の値の向上は F_3 の向上に大きく依存する。

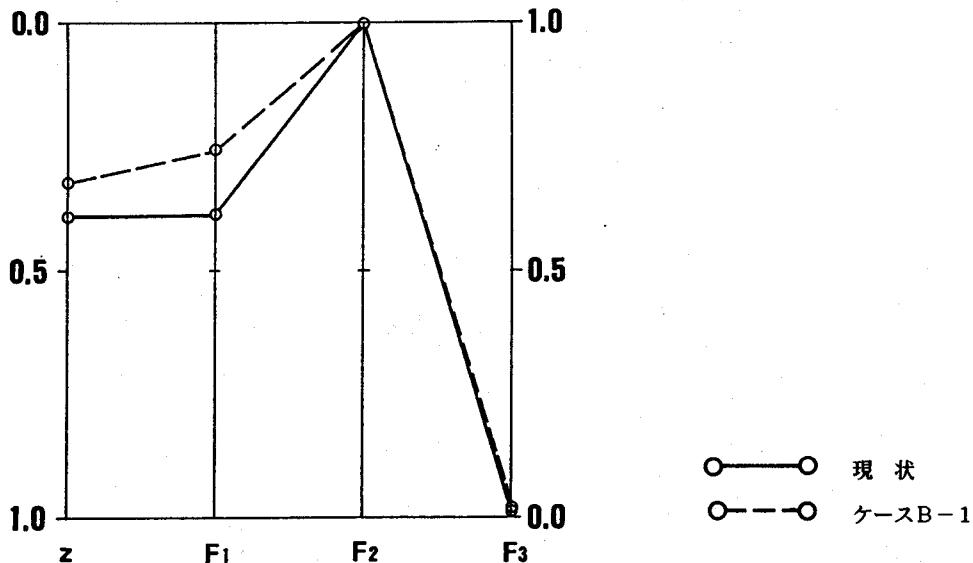


図 6-26 J ショッピングセンターの避難安全性の評価結果

c. K 病院

[ケース C-1]

○想定内容

避難バルコニーへの出口がない。

○データの変更箇所

避難バルコニーの頂点57, 58, 59, 60の削除と、それに伴う頂点12~57, 23~58, 37~59, 47~60をつなぐ辺の削除。

○評価結果（図 6-26）

$F_1 = 0.332$, $F_2 = 0.966$, $F_3 = 0.680$ ($D_w = 66.0\text{m}$) で $z = 0.296$ となり、現状と比べて F_1 が 0.347 減少、 F_3 が 0.153 減少 (D_w が 20.5m 増加) するが、 F_2 の減少は 0.034 にとどまる。 F_1 の減少幅が大きいため、 z は 0.157 増加して $z = 0.296$ に悪化する。

通路が連続回廊型（日の字型）になっているため、二方向避難は 2 カ所の

避難階段で確保されている。

以上の結果は、避難バルコニーの設置が避難安全性の向上に大きく寄与していることを示している。

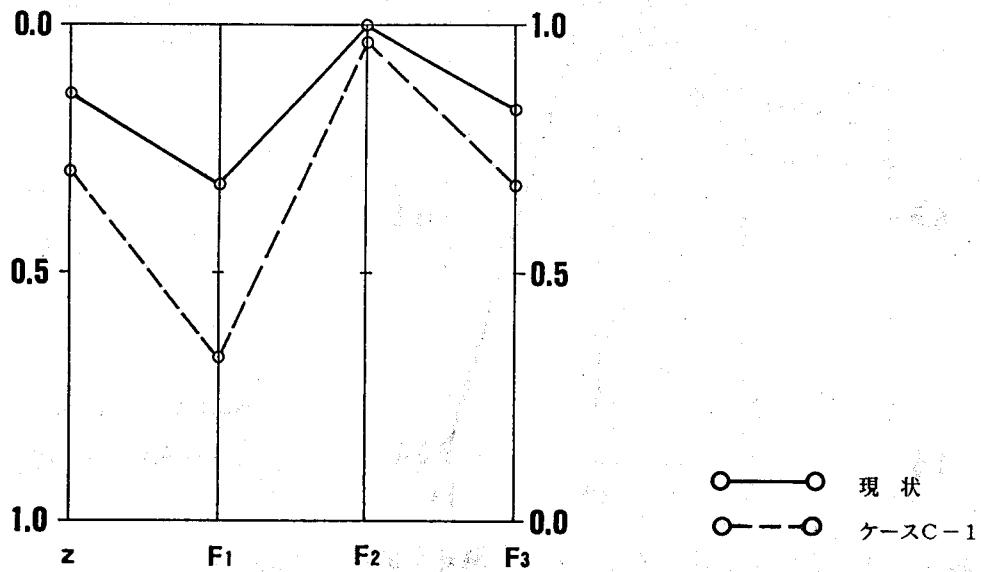


図 6-27 K 病院の避難安全性の評価結果

d. A 地下街

[ケースD-1]

○想定内容

主要通路から避難階段に通じる通路への分岐点で、最寄りの避難階段へ確実に誘導する。

○データの変更箇所

当初の初期有向化に加えて、主要通路上の頂点7, 10, 25, 27, 34, 52, 62から、最寄りの避難階段に向かうように、接続頂点を初期有向化する。

○評価結果（図 6-27）

$F_1 = 0.696$, $F_2 = 0.953$, $F_3 = 0.001$ ($D_w = 140.5m$) で $z = 0.359$ となり、現状に比べ F_1 は 0.220 増加するが、 F_3 の増加は 0.001 の増加 (D_w が 38.0 m 減少) にとどまる。 F_2 は現状と変わらず、結果的に z の値は現状から 0.107 の

減少にとどまる。

A 地下街の通路形状は格子状で、避難階段に到達する最短経路数が多いので、避難階段に確実に誘導し、最大歩行距離を短縮するためには、かなり多くの場所に誘導表示を設置する必要がある。しかし、ケースD-1では、避難階段付近の主要通路にしか避難誘導表示がないので、あまり最大歩行距離が短縮されず、避難安全性の大幅な向上は期待できない。

[ケースD-2]

○想定内容

地下街中央部と袋小路の先端部に、避難階段を計3カ所増設する。

○データの変更箇所

避難階段の頂点69, 70, 71を追加し、それぞれ頂点18, 19, 37に接続する。

それに伴い、18~69, 19~70, 37~71間に辺を追加する。

○評価結果（図6-28）

$F_1 = 0.605$, $F_2 = 1$, $F_3 \rightarrow 0$ ($D_w = 154.5m$) で $z = 0.388$ となり、現状と比べて F_1 は0.129增加するが、最大歩行距離 D_w は38.0m減少するだけで、 F_3 の値はほとんど変化しない。頂点71に避難階段を増設し、袋小路がなくなるため、 $F_2 = 1$ が達成されるが、 z の値は現状から0.078の減少にとどまる。

ケースD-2と同じ理由で、避難階段を3カ所増設したくらでは最大歩行距離の短縮にあまり効果がなく、避難安全性の大幅な向上は期待できない。

[ケースD-3]

○想定内容

ケースD-1とD-2の対策を同時に行う。

○データの変更箇所

ケースD-1とD-2のデータ変更箇所を重ね合わせる。

○評価結果（図6-28）

$F_1 = 0.782$, $F_2 = 1$, $F_3 = 0.001$ ($D_w = 140.5m$), $z = 0.302$ で、現状に比べて F_1 は0.306增加するが、 F_3 は0.001の増加 (D_w が38.0m減少) にとどまる。また、避難階段頂点71の増設により袋小路がなくなるため、 $F_2 = 1$ が達成される。以上の結果、 z の値は現状から0.164だけ減少する。

ケースD-1とD-2の重ね合わせにより、 F_1 がケースD-1とD-2の

いずれの場合よりも向上し、明快さの向上に関しては、対策の重ね合わせの効果がみられる。しかし最大歩行距離は、ケースD-1とD-2のいずれか良いほうの値にしか縮まらない。

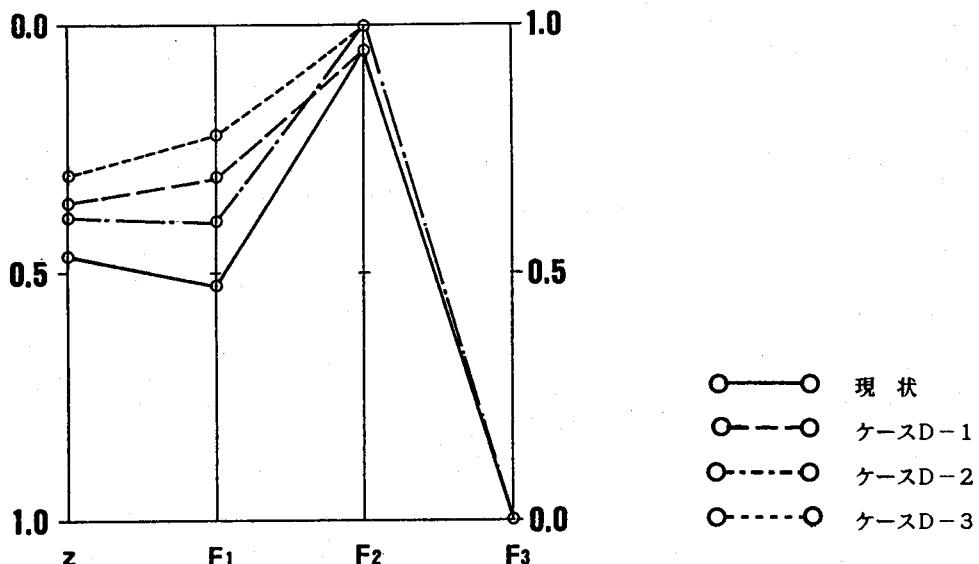


図6-28 A地下街の避難安全性の評価結果

(4) 結果の考察

- ①現状における避難安全性はK病院 ($z = 0.139$) , Sホテル ($z = 0.177$) , Jショッピングセンター ($z = 0.390$) , A地下街 ($z = 0.466$) の順に高くなる結果が得られたが、この順序は、図面から直感で判断した結果と一致する。また、図面から判断して安全性が非常に高いと思われるK病院とSホテルの避難安全性が、ともに $z < 0.2$ を達成しており、 $z = 0.2$ が達成目標の候補となる可能性がある。
- ②「二方向避難率」は4施設とも0.9以上で大差ないため、「平面の明快さ」または「最大歩行距離」の差が、避難安全性 z の差となって現れていることがわかる。

③ J ショッピングセンターと A 地下街は、規模が大きいこと也有て「最大歩行距離」が非常に長くなる。これは、両施設とも主要通路から奥まったところに避難階段が配置されているため、避難途中に避難階段の近くを通っても、避難階段の存在に気付かなければ、避難階段に出会うまでに非常に長い距離を歩かされることがありうる空間構造になっているためである。この結果は、明快さが低い避難施設配置ほど最大歩行距離が長くなるという、第5章で得られた結果と一致する。

④ J ショッピングセンターと A 地下街のように、格子状の通路を含む大規模施設では、複雑な通路形状を排し、誘導がなくても避難階段に到達しやすい空間構造にする必要がある。

6.7 まとめ

a. モデルネットワークへの適用結果

直感的判断がおよぶ範囲の規模として、頂点数16のモデルネットワークを設定し、それを対象にして目標計画法を適用して最適な避難施設配置を求めた結果、以下の3点が確かめられた。

- ①特定の評価指標の重み相対的を大きくすると、その指標だけで評価した場合の最適配置に近い配置結果が得られる。
- ②重みの大きい評価指標の達成度合が高いほど、よい（小さい）最適値 z が得られる。
- ③目標計画法による最適配置と一指標による最適配置の比較により、目標計画法による配置結果が、直感的判断とよく一致することを確認した。

b. 実在する建物の避難安全性の評価結果

実在する「ホテル」、「ショッピングセンター」、「病院」、「地下街」の4種類の施設を対象にして、まず現状の避難安全性を評価し、次いで

- ①確実な避難誘導を行った場合
 - ②避難施設を増設した場合
 - ③避難施設を減らした場合
- の避難安全性を評価し、評価結果を比較することにより、安全化対策の効果を

定量的にとらえた。その結果、評価結果と直感的判断の間による整合性がみられ、避難安全性の評価方法の妥当性が確認された。

c. 目標計画法による避難施設配置の評価の問題点

しかし、この方法には以下のような問題点が残されている。

1) ネットワークの作成方法の違いによる評価結果の差

一般に、通路の途中に頂点を増やすほど「平面の明快さ（E）」が少しづつ低下していくが、同じ平面でも、ネットワークを作成する人が違えば、頂点をとる間隔に微妙な個人差が生じ、作成されたネットワークの頂点や辺の数が異なる結果、Eの値も微妙な差が生じることがある。しかし、交差点部分での頂点（次数3以上）のとりかたには個人差が生じる余地がないため、通路部分で頂点をとる基準を明確にしておけば、個人差はあまり「平面の明快さ」に影響しないと考えられる。また「二方向避難率（Ra）」と「最大歩行距離（Dw）」は、辺の途中に頂点（次数2）を挿入したり、通路の途中にある頂点（次数2）を削除しても全く影響がないので、全体として、評価値zへの影響は非常に小さいと考えられる。

2) 評価指標の重みの決定

目標計画法による避難安全性の評価に用いる指標の相対的な重みの推定のためには、個々の設計対象ごとに設計チーム内で評価を行い、設計チーム内での一対比較値を、たとえばデルファイ法により一定の幅に収束させることが望ましい。しかし本研究では、このようなフィードバックを行っておらず、設計者へのアンケートで得られた重み（表6-6）は、あくまで各施設に対する評価意識の平均的な値を示すにすぎない。

3) 評価値の妥当な目標値の設定

理論上は、ネットワークの全頂点に避難施設を配置すれば、 $F_1 = 1$ （すなわち $E = 1$ ）， $F_2 = 1$ （すなわち $R_a = 1$ ）， $F_3 = 1$ （すなわち $D_w = 0$ ）が同時に達成され、このときに限り評価値 $z = 0$ となるが、これは明らかに全く非現実的な対策である。つまり、評価値 $z = 0$ を満足する避難施設配置案は、現実的には存在しないことになるので、実際には $0 < z_s (< 1)$ なる達成目標値 z_s を設定する必要がある。

しかし、たとえば6.2(2)におけるケース4（表6-2）では、 $r = 5$ の

ときは $z = 0.101$, $F_z = 0.563$ であり, $r = 6$ のときは $z = 0.077$, $F_z = 0.5$ となる。つまり, $r = 6$ のほうが z の値がよい（小さい）が, F_z の値は逆に悪く（小さく）なっている。このように, z の値の向上が必ずしもすべての評価指標の向上を意味しないことは注意しなければならず, 目標計画法を実際の計画に適用するにあたっては, 各指標の下限値をあらかじめ設定するなどの措置を講じたうえで, 目標値 z_s を設定する必要がある。

6.6 で行ったケーススタディの結果から判断して, 一応 $z_s = 0.2$ 程度が目標値の候補となるであろうが, z_s の値は評価指標の重み W_i の設定値や, 各指標ごとの目標達成のレベルに応じて設定する必要があり, 一律には決まらない。合理的な目標値を得るためにには, 具体的な事例の評価と専門家の評価の比較検討を数多く行う必要があろう。

目標計画法による避難安全性の評価の有効性は, 人間の直感が及ばない大規模なネットワーク平面において発揮されることが期待されるが, 本評価法を実用的なものに高めるためには, 以上の問題点を解決する必要があり, これらは今後の研究課題である。

注

- 1) 文1 (pp. 130-132) を参照。なお, 目標計画法の詳細については文1および文2を参照されたい。
- 2) 文3 (pp. 116-119)。なお効用関数については, たとえば文4 (pp. 227-246) を参照されたい。
- 3) このような設計者を客観的に選定することは困難が予想されるので, 建築関連雑誌に掲載された建築物の意匠設計担当者のうち, 防災に関する内容を含んだ設計主旨を書いている人が, この条件をほぼ満たしているものと考え, 過去10年間に掲載された記事を中心に設計者リストを作成し, それに大阪大学工学部建築工学科の卒業生で意匠設計を担当している人を加えて, アンケートを送付した。

- 4) ホテル・旅館、デパート、病院の三つは火災に関して要注意の「御三家」と言われており（文7, p.190），また地下街は幸いにも大惨事に至った火災は起こっていないが，潜在的に大きな危険性があることから，これら4種類の施設をアンケートの対象にした。
- 5) 理論上は，一対比較の評価値として，1～100の間の数字を使ってもかまわないが，人間がこのような細かい差（たとえば99と100の差）を感覚的に区別することはほとんど不可能である。人間が正確かつ整合性を持って同時に比較できるのは7段階程度までといわれているので（文5, p.55），ここでは表6-3に示した5段階の値を採用した。
- 6) 整合度の求めかたは，文5（pp.33-41）を参照。

序言

本研究は、建築の避難安全性は避難階段や避難バルコニー等の避難施設の配置を適切に計画することによって高めることが重要で、防災設備は補助的なものとして位置づけるべきであるという基本的な考え方に対し、避難施設の配置や避難経路形状と避難安全性の関係を明らかにするとともに、空間自体が持つ避難安全性を定量的に評価する方法を確立し、大規模な建築物を対象とした合理的かつ客観的な避難安全設計の手法の開発に資することを目的として行ったものである。その背景には、従来の概念を大きく越えた大規模・複雑な建築物や地下街が計画されるようになったことがあげられる。

以下は、本研究の成果を各章ごとに要約したものである。前半の第1章～第3章は、各種調査に基づく研究であり、後半の第4章～第6章は、避難安全性の定量的評価を試みた理論的研究を中心である。

第1章「建築における防火・避難とその法的環境」では、現行の防火・避難規定の概要とその改正経緯を整理したうえで、現行の防火・避難規定の問題点として、

- ①建築基準法と消防法の二本立てによる問題
- ②たび重なる改正による問題
- ③運用上の問題
- ④仕様規定に起因する問題
- ⑤設計者や施主の意識の問題
- ⑥法自身の問題

があることを指摘した。そして、今後の展望として、いわゆる法三十八条認定のこれまでの役割を評価しつつ、建築物の機能や空間構成がますます複雑になり、法三十八条認定でも十分に対応できないケースが生じるようになった時代の流れに対応して、より合理的かつ総合的な安全性評価手法として開発された「建築物の総合防火設計法」をどのように利用し、合理的な安全設計の実績を積んで、より実際的かつ円滑に運用していくかが課題であること、さらに「建

築物の総合防火設計法」の成果を建築基準法に取り入れつつ、建築基準法を全面的に見直し、規定内容を整理する必要があることを指摘した。

第2章「防火・避難規定の改正が建築計画に及ぼす影響」では、以下の3点を定量的に明らかにした。

- ①事務所ビルの平面計画が防火・避難関連法規の改正の影響を受け、改正を契機に平面計画が変化しており、特に二以上の直通階段を設ける規定（建築基準法施行令第百二十一條），避難階段の設置規定（同令第百二十二条）の改正の影響がかなり明確に現れる。
- ②コアタイプ別に見れば、避難関連規定の改正・強化のたびにセンターコア型の割合が減少していく。
- ③モデル平面をもとに平面の成立範囲を調べた結果、コアタイプにより重複距離制限と歩行距離制限の改正・強化の影響が異なり、特にセンターコア型が改正の影響を強く受ける。

第3章「建物内の人間の避難防災意識および日常動線に関する調査」では、在館者の避難・防災意識として、

- ①1階の勤務者は、日頃から避難方法を考えている人の割合が低く、また防災設備の認知状況もよくない。
- ②非管理職ほど、また年令層が低いほど、避難方法を考えている人の割合が低く、指示を待つ人の割合が高い。

等を明らかにした。

また、建物内の動線に関しては、

- ①出勤時（上階移動）、退社時（下階移動）のいずれにおいても、移動階数が2と3の間で階段利用率が急激に低下する。
- ②勤務中の上階移動および下階移動においては、移動階数が1から2にかけて階段利用率が急激に低下する。
- ③勤務中の事務所内移動における動線の最短経路志向が非常に強い。
- ④自分の席から目標地点までの最短経路が2本ある場合には、早く廊下に出られる経路を選択する。

⑤多少遠回りであっても、早く廊下に出られる経路があれば、実際の最短経路よりもそちらの経路が選択されやすい。

等の傾向を明らかにした。

第4章「建築の避難安全性の定量的評価指標の設定」では、まず建築の避難安全性の概念とその定量的評価の方法について論じたうえで、

①実際の避難安全設計において重要であり、かつ設計者が設計時に念頭に置く評価指標である。

②避難階段や避難バルコニーの配置や避難経路形状による避難安全性の変化を合理的かつ客観的に評価しうる。

③基本計画の段階で計画案の評価結果が短時間で得られ、計画案へのフィードバックが容易である。

という3条件を満たす評価手法に適当な評価指標として「平面の明快さ（E）」、「二方向避難率（Ra）」、「最大歩行距離（Dw）」の三つを設定し、それぞれの概念と計量化の方法を具体的に示した。

このうち、特に「平面の明快さ」は、避難計画上重要であるにもかかわらず、従来は定性的表現のレベルにとどまっていたが、これを定量的にとらえる一方を提案し、異なる平面どうしの「明快さ」を比較したり、通路形状や避難施設配置の変更・追加等による「明快さ」の変化を定量的にとらえることを可能にした。この概念は、避難施設配置の評価の問題にとどまらず、わかりやすい都市道路網の計画、街路や地下街におけるサイン配置計画など、幅広い応用が期待できるものである。

第5章「一指標による避難施設配置の評価」では、実際にある建築物の通路形状の分類に基づいて、 4×4 の「正方格子」のネットワーク（頂点数16）と、これを基本とした「木」と「両者の中間」の、トポロジー的性質が異なる3種類のネットワークを対象に、第4章で設定した三つの評価指標E, Ra, Dwで評価した、それぞれの最適配置（max E, max Ra, min Dwとなる配置）と最不適配置（min E, min Ra, max Dwとなる配置）を調べた。その結果、ネットワークの形状にかかわらず、

① $\max E$ となる配置と $\min D_w$ となる配置が互いに似た傾向を示す。

② $\max R_a$ となる配置と $\max E$ や $\min D_w$ となる配置が相反する。

という傾向があることを、配置結果と評価値の両面から明らかにした。

これらの結果は、二方向避難を確保する配置が、明快さを高めたり最大歩行距離を短縮する配置とトレード・オフの関係にあり、二方向避難を確保しようとすれば、避難施設までの経路の明快さや歩行距離が犠牲になることを示唆するものである。

第6章「避難安全性の定量的評価」では、直感的判断がおよぶ範囲の規模である頂点数16のモデルネットワークを対象にして、目標計画法による避難安全性の評価を行った結果、

①特定の評価指標の重みを大きくすると、その指標だけで評価した場合の最適配置に近い配置結果が得られる。

②重みの大きい評価指標の達成度合が高いほど、よい（小さい）避難安全性の評価値 Z が得られる。

③目標計画法による最適配置と一指標による最適配置の比較により、目標計画法による配置結果が直感的判断とよく一致する。

の3点を確認した。

次いで、実在する「ホテル」、「ショッピングセンター」、「病院」、「地下街」の4種類の施設を対象に、まず現状の避難安全性を評価し、確実な避難誘導を行った場合、避難施設を増設した場合、避難施設を減らした場合の避難安全性を評価し、避難安全性の変化を調べることにより、安全化対策の効果を定量的にとらえた結果、避難安全性の評価方法の妥当性と、直感的判断との整合性を確認した。

しかし、この方法には、

①ネットワークの作成方法の違いにより、評価結果にわずかな差が生じる。

②各評価指標の重みの決定に注意を要する。

③避難安全性の評価値の目標値を合理的に設定するのが困難である。

という問題点が残されており、これらを解決することが今後の研究課題であることを指摘した。

建物の「避難安全性」には、設計手法、材料、工法、構法、設備、施工、法規など、多くの要素が関係するため、本研究は「避難安全性」をできるだけ多面的にとらえることを目指して、建築における防火・避難とその法的環境、避難・防災に対する人間の意識や行動を含めて行おうとしたが、前半の第1章～第3章と後半の第4章～第6章を十分に関連づけられなかった点は、筆者の力不足によるものである。また本研究では、「避難安全性」を説明する要素を、空間自体の構造にかかわるものに絞ったため、「避難安全性」という概念の一面しか表現していないことも問題点としてあげられる。今後は、これらの不備を補い、避難安全設計の合理化に寄与する研究を進める必要がある。

謝 辞

1984年に本研究に取り組んで以来、浅学非才な筆者が研究をまがりなりにも遂行できたのは、大阪大学の岡田光正教授ならびに柏原土郎助教授の長年にわたる暖かい御指導御鞭撻の賜物であり、ここに心より深謝の意を表します。

大阪大学・楳崎正也教授、同・紙野桂人教授には論文を快く審査していただき、示唆に富んだ貴重な御意見を数多く頂戴しました。ここに深く感謝の意を表します。

大阪大学・舟橋國男助教授には長年にわたり研究を側面から支援していただき、神戸市消防局の小野田敏行、堀家 豊の両氏には、消防に関する各種の貴重な資料の提供、ならびに実務面からの有益な御意見をいただきましたことを、心より感謝いたします。

本研究は、岡田研究室におけるゼミでの活発な討論から多くの示唆を得るとともに、長岡賢二氏（昭和60年卒、神戸市消防局）、佐藤祐司氏（昭和61年卒、藤木工務店）、川合通裕氏（平成元年卒、野村不動産）、洲脇規男氏（平成元年卒、大林組）をはじめとする卒業生各氏の多大な協力があったことを、ここに記して感謝いたします。

本研究のテーマを選ぶに至った経過を顧みると、避難・防災に対する興味を持つ契機となった卒業論文および修士論文は言うまでもなく、小河建築設計事務所に在職中の設計実務経験にも多くを負っています。能力も経験もなかった入社早々から、設計の機会を豊富に与えていただきました当時の上司の方々にも、紙面を借りて厚く御礼申し上げます。

なお、図版の多くは岡本保彦氏に作成していただき、中澤博子、山口聖子、岩佐美智子の諸氏には、資料の作成を手伝っていただきました。また研究費の一部は、文部省科学研究費と竹中育英会の助成によるものであり、ここに記して感謝の意を表します。

1991年10月

吉村 英祐

参考文献

序論

- 1) 木村幸一郎, 伊原貞敏: 建築物内に於ける群集流動状態の観察, 建築学会大会論文集, 第5号, pp. 307-316, 1937. 3
- 2) 戸川喜久二: 群集流計算に関する理論式, 日本建築学会研究報告, 第27号, pp. 299-300, 1954
- 3) 戸川喜久二: 群集流の観測に基く避難施設の研究, 建築研究報告, No. 14, 1955. 2
- 4) 鈴木三郎, 北山啓三, 堀内三郎, 佐治三郎: 梅田地下街における避難計画(その2)(避難計算), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 559-560, 1970. 9
- 5) 岡田光正, 辻 正矩, 横井真朗: 防災計画に関する基礎的研究 その3 避難シミュレーションからみた百貨店の危険性について, 日本建築学会近畿支部研究報告集, pp. 203-206, 1973. 6
- 6) 吉田治典: 建物全体を考慮した避難時間のシミュレーション, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 621-622, 1973. 10
- 7) 中村良三, 池原義郎, 吉田克之, 渡辺仁史: 人間-空間系の研究IV(火災避難モデル) G P S S による建物避難シミュレーション, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 637-638, 1973. 10
- 8) 渡辺仁史, 池原義郎, 中村良三, 吉田克之, 浜田 啓: 人間-空間系の研究VI(空間における人間の状態モデル) オートマタ理論による建物からの避難行動の解析, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 641-642, 1973. 10
- 9) 堀内三郎, 小林正美, 二村洋一: 建築防災計画のシステム分析 - デパートにおける避難シミュレーション-, 日本建築学会論文報告集, 第251号, pp. 57-64, 1977. 1
- 10) 石神絢夫, 土井広夫, 桑原 宏: 避難行動を確率的現象としてとらえたシミュレーション手法 (SAFE) の検討 (その1), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 771-772, 1978. 9

- 11) 中村良三, 池原義郎, 中島高史, 宇土正浩, 渡辺仁史, 位寄和久: 人間一空間系の研究 その1 APLによる行動モデルの作成, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 701-702, 1979. 9
- 12) 吉原郁夫: ビル避難群集流のシミュレーション, シミュレーション技術研究会論文集, Vol. IV-No. 3, pp. 7-10, シミュレーション技術研究会, 1976. 9
- 13) 小澤純一郎, 中崎勝一, 中堀一郎: 等時間原則による避難誘導, シミュレーション技術研究会論文集, Vol. IV-No. 3, pp. 11-16, シミュレーション技術研究会, 1976. 9
- 14) 岡田光正, 吉田勝行, 柏原士郎, 辻 正矩, 横田隆司: 三次元メッシュによる避難シミュレーションモデルの構想建築物への適用性 その1 システムの開発, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 1775-1776, 1983. 9
- 15) 位寄和久: 避難行動モデルに関する研究 -火災状況の認識と心理状態を考慮したモデルの提案-, 日本建築学会論文報告集, 第325号, pp. 125-132, 1983. 3
- 16) 松田武治: 新国技館と防災計画, 建築防災, No. 83, pp. 24-31, 1984
- 17) 森 孝夫, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 三次元メッシュによる避難シミュレーションのためのグラフィックシステムの開発, 第8回電子計算機利用シンポジウム論文集, 日本建築学会 電子計算機利用委員会, pp. 361-366, 1986. 3
- 18) Fred I. Stahl : An Examination of the BFires/VERSION I Computer Program:Comparing Simulated with Actual Fire Events, Architectural Science Review, Vol. 23, No. 4, pp. 85-89, 1980. 12
- 19) R. L. Francis and L. G. Chalmet : Network Models for Building Evacuation:A Prototype Primer, NBS-GCR-81-316, 1981. 3
- 20) Leonard Y. Cooper and David W. Stroup : Calculating Available Safe Egress Time(ASET) - A Computer Program and User's Guide, NBSIR 82-2578, 1982. 9
- 21) Daniel M. Alvord : Status Report of Escape and Rescue Model, NBS-GCR-83-432, 1983. 6
- 22) Thomas M. Kisco & Richard L. Francis : EVACENT+:a network model of

building evacuation, Simulation Service, Vol. 11, No. 2, 1983

- 23) 川村武雄：防災計画の定量化「マルコフ過程によるグループング手法」の応用，日本建築学会論文報告集，第233号，pp. 143-150, 1975. 7
- 24) 吉田克之：防災計画の研究（3. 建物の火災拡大抑制性能の定量化に関する一手法の提案），日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 1765-1766, 1983. 9
- 25) 矢代嘉郎：ネットワークに基づく延焼防止性の評価－防災計画方法の研究－，日本建築学会大会学術講演梗概集 E, pp. 745-746, 1986. 8
- 26) 池田浩敬，橋詰明子，渡辺仁史：避難ポテンシャルを用いた避難安全性評価手法に関する研究－(その1)メッシュ表現を用いた避難ポテンシャルによる建物内での避難安全性の検討－，日本建築学会大会学術講演梗概集 E, pp. 301-302, 1985. 10
- 27) N. B. Berlin : A Modeling Procedure for Analyzing the Effect of Design on Emergency Escape Potential, PB80-204738, 1980
- 28) 日本建築学会 建築計画委員会：安全計画 I 安全計画の視点，彰国社，pp. 25-32, 1981. 10. 10
- 29) 神忠久：煙の中での歩行速度について，火災, Vol. 25, No. 2, 1975
- 30) 渡部勇市：迷路における人間の避難行動実験 第1報 歩行経路の記憶，日本建築学会論文報告集，第322号，pp. 157-161, 1982. 12
- 31) 北後明彦：煙の中における人間の避難行動実験－避難経路選択および歩行速度に関する実験的研究－，日本建築学会計画系論文報告集，第353号，pp. 32-37, 1985. 7
- 32) 北後明彦：避難経路選択に関する実験的研究－スライド提示による一対比較データの分析を通じて－，日本建築学会論文報告集，第339号，pp. 84-89, 1984. 5
- 33) 北後明彦，久保幸資，室崎益輝：階段室における2群集の合流に関する実験的研究，日本建築学会計画系論文報告集，第358号, pp. 37-43, 1985. 12
- 34) 釘原直樹：緊急避難状況シミュレーション装置と実験手続について，年報社会心理学，第24号，pp. 13-30, 1983. 10
- 35) 堀内三郎，室崎益輝，関沢愛，日野宗門，淀野誠三：大洋デパート火災

- における避難行動について（その1），日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 573-574，1974.10
- 36) 太田利彦：動線計画の数学的解析（第1報），日本建築学会論文報告集，第69号，pp. 293-296，1961.10
- 37) 吉田勝行：平面計画に対するグラフ理論面からの拘束条件，日本建築学会近畿支部研究報告集，pp. 93-96，1974.6
- 38) 渡辺健一，原 広司，藤井 明，山中知彦：計画学におけるグラフ理論適用に関する研究 その1 原理編，日本建築学会論文報告集，第334号，pp. 117-127，1983.12
- 39) 寺田秀夫：平面パターンの類似性を求める方法について，日本建築学会大会学術講演梗概集E，pp. 569-570，1987.10
- 40) 高木幹朗：グラフ・ネットワーク理論による建築平面の分析法に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集E，pp. 571-572，1987.10
- 41) Peter A. Slann : Conference on Design Methods, pp. 53-73, Pergamon Press Ltd., 1963
- 42) J. Christopher Jones : DESIGN METHODS, pp. 304-309, WILEY INTERSCIENCE, 1970
- 43) Gary T. Moore : EMERGING METHODS IN ENVIRONMENTAL DESIGN AND PLANNING, MIT, 1970
- 44) Geoffery Broadbent : DESIGN IN ARCHITECTURE, John Wiley & Sons Ltd., 1978
- 45) M. T. A. Gawad, B. Whitehead : Addition of Communication Paths to Diagrammatic Layouts, Building and Environment, Vol. 11, pp. 249-258, Pergamon Press, 1976
- 46) J. P. Steadman : Architectural Morphology, Pion Limited, 1983
- 47) 岡崎甚幸：建築空間における歩行のためのシミュレーションモデルの研究 その1 磁気モデルの応用による歩行モデル，日本建築学会論文報告集，第283号，pp. 111-117，1979.9
- 48) 室崎益輝：建物火災時の避難予測モデルについて，火災，Vol. 38, No. 2, 通巻173号，pp. 12-20，日本火災学会，1988.4

第1章

- 1) 田辺平学：耐火建築，資料社，1949.10.15
- 2) 建築技術研究会 編：建築の防災，丸善，1951.6.30
- 3) 内田祥文：建築と火災，相模書房出版，1953.3.10
- 4) 建築学体系21 建築防火論，彰国社，1956.6.21
- 5) 新訂 建築学体系21 建築防火論，彰国社，1970.2.15
- 6) 星野昌一，岸谷孝一，吉成 武：建築の防火避難設計，日刊工業新聞社，
1969.7.30
- 7) 矢島安雄：ビル火災の避難と救助，全国加除法令出版，1970.4.1
- 8) 松下清夫：建築安全計画，鹿島出版会，1970.4.15
- 9) 竹山謙三郎，亀井幸次郎：建築防災と都市防災，オーム社，1972.6
- 10) 堀内三郎：建築防火，朝倉書店，1972.10.10
- 11) 日本建築センター：建築防災計画指針，新日本法規出版，1975.3.28
- 12) 日本建築センター：新訂 建築防災計画指針，新日本法規出版，1978.6.1
- 13) 日本建築センター：新・建築防災計画指針，新日本法規出版，1985.7.1
- 14) 広瀬貞之，守屋秀夫，村尾成文，浜田信義：建築の防災設計，日本サムシング，1978.1.25
- 15) 日本建築学会 建築計画委員会：安全計画Ⅰ 安全計画の視点，彰国社，
1981.10.10
- 16) 新建築学大系11 環境心理，彰国社，1982.4
- 17) 新建築学大系12 建築安全論，彰国社，1983.3.30
- 18) 建築物の総合防火設計法（全4巻），日本建築センター，1989.4.10
- 19) 建築雑誌・論文報告集・研究報告総目録（昭和31～40年），日本建築学会，
1967.4.15
- 20) 建築雑誌・論文報告集・大会学術講演梗概集・支部研究報告総目録（昭
和41年～50年），日本建築学会，1979.1.10
- 21) 建築雑誌・論文報告集・大会学術講演梗概集・支部研究報告総目録 1976
-1985，日本建築学会，1988.5.20
- 22) 建築基準法改正経過総覧，東京法令出版，1981.7.20
- 23) 大河原春雄：建築法規の変遷とその背景 明治から現在まで，鹿島出版会，

1982. 6. 5

- 24) 近代消防 1988年5月号臨時増刊号, 第26卷第6号(通巻314号), 全国加除法令出版, 1983. 5
- 25) 矢田 洋: 負けてたまるか建築確認, 鳳山社, 1989. 1. 20
- 26) 建築関係法令の研究・10, 日本建築学会, 1981. 9. 20
- 27) 建築関係法令の研究・11, 日本建築学会, 1982. 9. 10
- 28) 特集「建築防災と法」, 建築と社会, Vol. 67, 771号, 日本建築協会, 1986. 6
- 29) 特集「消防設備のポイント」, 建築と社会, Vol. 65, 748号, 日本建築協会, 1984. 7
- 30) 特集「基準法と消防法」, 建築雑誌, Vol. 98, no. 1215, 日本建築学会, 1983. 12
- 31) 特集「建基法は日本の街を良くしたのか」, 日経アーキテクチュア 1990年10月29日号(第384号), pp. 70-93, 日経BP社
- 32) 特集「建築法規」, 建築雑誌, Vol. 103, no. 1278, 日本建築学会, 1988. 10
- 33) 亀田健二: 建築法規の解釈はどうあるべきか 5. 法律家の立場から, 建築雑誌, Vol. 100, no. 1236, p. 95, 日本建築学会, 1985. 8
- 34) 基本建築関係法令集(平成元年度版), 霞ヶ関出版社, 1989. 2. 1
- 35) 新訂 建築防火防災法規の解説, 新日本法規出版, 1984. 7. 25
- 36) 建築申請memo'88, 新日本法規出版, 1988. 3. 14
- 37) 建築消防advice'89, 新日本法規出版, 1989. 6. 2
- 38) 長谷見雄二: 火事場のサイエンス, 井上書院, 1988. 1. 20

第2章

- 1) 新建築学大系12 建築安全論, 彰国社, 1983. 3. 30
- 2) 新建築学大系34 事務所・複合建築の設計, 彰国社, 1982. 2. 20
- 3) 長岡賢二: 避難に関する防災法規の変遷がオフィスビルのプランタイプに与えた影響に関する研究, 大阪大学卒業論文, 1985. 3

第3章

- 1) 小林正美, 堀内三郎: オフィスビルにおける火災時の避難行動の分析 その1 行動の分類, 日本建築学会論文報告集, 第280号, pp. 137-142, 1979. 6
- 2) 小林正美, 堀内三郎: オフィスビルにおける火災時の避難行動の分析 その2 行動パターンの抽出, 日本建築学会論文報告集, 第284号, pp. 119-125, 1979. 10
- 3) D. J. Carter & B. Whitehead: A Study of Pedestrian Movement in a Multi-storey Building, Building and Environment, Vol. 11, pp. 239-247, Pergamon Press, 1976
- 4) 洲脇規男: オフィスビルにおける日常動線と防災設備の認知に関する研究, 大阪大学卒業論文, 1989. 3

第4章

- 1) 新建築学大系12 建築安全論, 彰国社, 1983. 3. 30
- 2) 日本建築学会 建築計画委員会: 安全計画 II 安全性の評価手法, 彰国社, 1987. 10. 20
- 3) 建築物の総合防火設計法(全4巻), 日本建築センター, 1989. 4. 10
- 4) 竹山謙三郎, 龜井幸次郎: 建築防災と都市防災, オーム社, 1972. 6
- 5) 上田光雄: 歩行距離について(その2) 諸法規の概観とその検討, 日本建築学会研究報告, 46号, 1959. 5
- 6) J. Weisman: Architectural legibility and way-finding behavior, Implications for research and design, Cognitive mapping and way-finding behavior: Implications for environmental design, 10th Annual Conference of EDRA, 1978. 6
- 7) 堀内三郎: 建築防火, 朝倉書店, 1972. 10. 10
- 8) 奥平耕造: 都市工学読本, 彰国社, 1976. 6
- 9) 鈴木啓祐: 空間人口学(上), 大明堂, 1980. 4. 23
- 10) O. オア(野口 広 訳): グラフ理論, 河出書房新社, 1970. 4. 30
- 11) 奥野隆司, 高森 寛: 点と線の世界, 三共科学選書5, 三共出版, 1976. 12
- 12) R. G. バサッカー, T. L. サーティ(矢野健太郎, 伊理正夫 共訳): グ

ラフ理論とネットワーク／基礎と応用，培風館，1970.9.25

- 13) 小野寺力男：グラフ理論の基礎，森北出版，1968.9.30

第5章

- 1) 佐藤裕司：事例分析による建築物の避難計画の手法に関する研究，大阪大学卒業論文，1986.3

第6章

- 1) 市川惇信 編：多目的決定の理論と方法，計測自動制御学会，1980.7.20
- 2) 伏見多見雄，福川忠昭，山口俊和：経営の多目標計画，森北出版，1987.
6.6
- 3) 柏原士郎：地域施設の適正配置に関する基礎的研究，大阪大学学位論文，
1979.9
- 4) 久保應助，宮本敏雄：リフレッシュ数学6 予測と計画，講談社，1980.8.
10
- 5) 刀根 薫：ゲーム感覚意思決定法，日科技連出版社，1986.3.14
- 6) Thomas L. Saaty : The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill
International Book Company, 1980
- 7) 岡田光正：火災安全学入門，学芸出版社，1985.11.15
- 8) 特集 病院建築 第5集，建築画報198, Vol. 23, 建築画報社，1987.7.1
- 9) びあm a p'90 関西版，びあ，1990.4.10

発表論文目録

A. 日本建築学会計画系論文報告集

1. 吉村英祐：迷路状空間からの脱出しやすさの計量化について 建物内における避難施設の配置計画に関する研究 その1, 第375号, pp. 49-56, 1987.5
2. SHIRO KASHIHARA, HIDEKAZU YOSHIMURA, TAKASHI YOKOTA : A COMPARATIVE STUDY ON GENERATION PROCESS OF COMMUNITY FACILITIES IN NEW TOWNS AND ORDINARY BUILT-UP AREAS, 第377号, pp. 9-17, 1987.7
3. 崔 塚榮, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 建物の寿命とその分布の推定方法に関する研究 -K市 の公共建築を対象とした場合-, 第402号, pp. 87-95, 1989.8
4. 吉村英祐 : 目標計画法による避難施設配置の有効性の定量的評価方法について 建物内における避難施設の配置計画に関する研究 その2, 第403号, pp. 9-20, 1989.9
5. 柏原士郎, 岡田光正, 吉村英祐, 横田隆司, 金 漢洙 : 開発手法と地域施設の分布パターンおよび発生量の関係について -ニュータウンにおける地域施設の供給計画に関する研究-, 第404号, pp. 69-78, 1989.10
6. 金 漢洙, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司 : 土地区画整理により開発されたニュータウンにおける地域施設発生の予測方法について -ニュータウンにおける地域施設の供給計画に関する研究-, 第407号, pp. 97-105, 1990.1

B. シンポジウム論文集

- a. 電子計算機利用（情報・システム・利用・技術）シンポジウム論文集
 1. 森 孝夫, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司 : 三次元メッシュによる避難シミュレーションのためのグラフィックシステムの開発, 第8回電子計算機利用シンポジウム論文集, pp. 361-366, 1986.3
 2. 増田敬彦, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司 : 電算機による再構成技法の開発とその応用に関する研究, 第9回電子計算機利用シンポジウム論文集, pp. 367-372, 1987.3

ム論文集, pp. 247-252, 1987. 3

3. 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司, 東 利彦: 視覚情報に基づく建物火災時の三次元ネットワーク避難シミュレーションシステムの開発, 第12回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, pp. 421-426, 1989. 12
- b. 地域施設計画研究シンポジウム論文集
 1. 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司, 五宝久充, 大谷幸典: 店舗等の空間分布について - 地域施設の混在性に関する研究 -, 地域施設計画研究 4, pp. 1-6, 1986. 5
 2. 横田隆司, 柏原士郎, 吉村英祐, 田原迫弘司: 地域施設の選択行動とそのモデル化に関する研究 - 千里N.T. およびその周辺地域の場合 -, 地域施設計画研究 4, pp. 139-144, 1986. 5
 3. 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司, 五宝久充: ニュータウンにおける地域施設の供給計画に関する研究 - 開発手法と分布パターン, 発生量の関係 -, 地域施設計画研究 5, pp. 89-96, 1987. 7
 4. 横田隆司, 柏原士郎, 吉村英祐: 地域施設の配置計画手法に関する研究 - 配置計画システムの開発と商業施設への適用 -, 地域施設計画研究 5, pp. 97-104, 1987. 7
 5. 崔 墇榮, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 地域施設の寿命とその分布の推定方法に関する研究, 地域施設計画研究 6, pp. 7-12, 1988. 7
 6. 柏原士郎, 岡田光正, 吉村英祐, 横田隆司, 大谷幸典: ニュータウンにおける地域施設の混在性に対する住民の評価について - 地域施設の供給計画に関する研究 -, 地域施設計画研究 6, pp. 13-18, 1988. 7
 7. 金 漢洙, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 人口規模と医療施設数の関係について - 日本と韓国の比較分析 -, 地域施設計画研究 6, pp. 47-52, 1988. 7
 8. 崔 墇榮, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 地域施設における廃棄年数の分布について - 公共建築の維持管理に関する研究 -, 地域施設計画研究 7, pp. 151-156, 1989. 7
 9. 金 漢洙, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 土地区画整理により計画されたニュータウンにおける地域施設発生の予測方法について - ニュータ

ウンにおける地域施設混在の誘導手法に関する研究－，地域施設計画研究7，pp. 163-170，1989. 7

10. 横田隆司，岡田光正，柏原土郎，吉村英祐：K市における医療施設の適正配置計画について－多目的計画法による地域施設の適正配置に関する研究－，地域施設計画研究7，pp. 177-182，1989. 7
11. 横田隆司，柏原土郎，吉村英祐，金 漢洙，中川彩子：ニュータウンの成熟にともなう地域施設の供給計画に関する研究－神戸市須磨ニュータウンについて－，地域施設計画研究8，pp. 113-118，1990. 7
12. 李 明權，柏原土郎，吉村英祐，横田隆司，寺嶋 徹：鉄道駅周辺地域における地域施設の分布実態について 混在型施設の立地計画に関する研究，地域施設計画研究9，pp. 85-90，1991. 7
13. 横田隆司，柏原土郎，吉村英祐，洲脇規男：鉄道駅周辺における地域施設発生の予測方法について－混在型施設の立地計画に関する研究－，地域施設計画研究9，pp. 91-96，1991. 7
14. 植田 久，柏原土郎，吉村英祐，洲脇規男：街角施設が周辺環境に及ぼす影響の実態について－ニュータウンにおけるインフラ空間のデザイン手法に関する研究－，地域施設計画研究9，pp. 131-138，1991. 7

C. 日本建築学会近畿支部研究報告集

1. 吉村英祐：建物内避難経路計画へのグラフ理論の適用性について その1. 隣接行列の応用の検討，第24号 計画系，pp. 297-300，1984. 6
2. 横田隆司，岡田光正，柏原土郎，吉村英祐：多目的計画法による地域施設の配置計画に関する研究，第25号 計画系，pp. 301-304，1985. 5
3. 林 隆弘，柏原土郎，吉村英祐，丹羽有子：北須磨文化センターの利用実態について－余暇活動施設の計画に関する研究－，第25号 計画系，pp. 309-312，1985. 5
4. 森 孝夫，岡田光正，柏原土郎，吉村英祐：三次元メッシュによる避難シミュレーション・システムのC A D化に関する研究，第25号 計画系，pp. 429-432，1985. 5
5. 吉村英祐：建物内避難経路計画へのグラフ理論の適用性について その2.

建物内避難施設の適正配置方法の検討, 第25号 計画系, pp. 433-436, 19

85. 5

6. 森 裕史, 柏原士郎, 吉村英祐: 自転車の利用状況からみた坂道の勾配及び制限長の評価に関する研究, 第25号 計画系, pp. 445-448, 1985. 5
7. 大谷幸典, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 住宅地における地域施設の存在に対する意識調査 – 地域施設の混在性に関する研究 –, 第26号 計画系, pp. 217-220, 1986. 5
8. 寺西弘育, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 都心部における地域施設の発生過程について – 地域施設の立地特性に関する研究 –, 第26号 計画系, pp. 221-224, 1986. 5
9. 田原迫弘司, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 地域施設の選択行動の実態について – 地域施設の選択行動に関する研究. 1 –, 第26号 計画系, pp. 225-228, 1986. 5
10. 山田雅一, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 市民プールの利用圏と利用者数の推定について – 神戸市における場合 –, 第26号 計画系, pp. 233-236, 1986. 5
11. 柏原士郎, 岡田光正, 吉村英祐, 横田隆司, 田中信久: コンペ (設計競技) に対する設計者の意識について, 第26号 計画系, pp. 237-240, 1986. 5
12. 吉村英祐: 二方向避難からみた建物内避難経路形状と避難施設配置の関係について, 第26号 計画系, pp. 385-388, 1986. 5
13. 柏原士郎, 岡田光正, 吉村英祐, 横田隆司, 大谷幸典: 地域施設の分布特性と開発手法の関係について – ニュータウンにおける地域施設の供給計画に関する研究 –, 第27号 計画系, pp. 265-268, 1987. 5
14. 五宝久充, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 地域施設の発生量と開発手法の関係について – ニュータウンにおける地域施設の供給計画に関する研究 –, 第27号 計画系, pp. 269-272, 1987. 5
15. 金 漢洙, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 韓国と日本における単位人口当りの施設数について – ニュータウンにおける地域施設の供給計画に関する研究 –, 第27号 計画系, pp. 273-276, 1987. 5
16. 横田隆司, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 前田浩明: レジャープールの

- 利用圏の実態とそのモデル化について - 地域施設の選択行動に関する研究.
3-, 第27号 計画系, pp. 277-280, 1987.5
17. 福本晶仁, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: オフィスビルにおける人の出入りの集中現象に関する研究, 第27号 計画系, pp. 313-316, 1987.5
18. 鶴丸達也, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 寸法と距離に対する主観的評価のあいまいさに関する研究, 第27号 計画系, pp. 317-320, 1987.5
19. 吉村英祐: 目標計画法による避難施設の配置決定について - 建物内避難施設の適正配置方法に関する研究-, 第27号 計画系, pp. 353-356, 1987.5
20. 森 孝夫, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 3次元ネットワークモデルによる避難・煙拡散同時シミュレーションシステムの開発, 第27号 計画系, pp. 357-360, 1987.5
21. 下戸康二朗, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司, 崔 墉榮: 経年等による不良箇所の発生と修繕費の概算について - 公共建築の維持管理に関する研究-, 第27号 計画系, pp. 777-780, 1987.5
22. 崔 墉榮, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 台帳調査による廃棄年数の分布等について - 公共建築の維持管理に関する研究-, 第27号 計画系, pp. 781-784, 1987.5
23. 柏原士郎, 岡田光正, 吉村英祐, 横田隆司, 大谷幸典: 地域施設の混在性に対する住民の意識について - ニュータウンにおける地域施設の供給計画に関する研究-, 第28号 計画系, pp. 253-256, 1988.5
24. 中村三智之, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司, 金 漢洙: 病院の類型化と入院患者数の将来予測について - 医療施設の適正配置に関する研究. 1 -, 第28号 計画系, pp. 257-260, 1988.5
25. 山田雅一, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司: 入院患者の診療圏とそのモデル化について - 医療施設の適正配置に関する研究. 2 -, 第28号 計画系, pp. 261-264, 1988.5
26. 横田隆司, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐: 多目的計画法による病院の配置計画について - 医療施設の適正配置に関する研究. 3 -, 第28号 計画系,

pp. 265-268, 1988. 5

27. 平野圭祐, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司, 金 漢洙 : 博物館・美術館等の単位人口当り施設数および施設規模について - 地域施設の供給計画に関する研究 -, 第28号 計画系, pp. 273-276, 1988. 5
28. 金 漢洙, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司 : 主要幹線道路からの距離および用途地域別による施設分布について - 地域施設の空間分布に関する研究 -, 第28号 計画系, pp. 277-280, 1988. 5
29. 吉村英祐 : 避難施設の避難安全性の定量的評価の試み - 建物内避難施設の配置計画に関する研究 -, 第28号 計画系, pp. 325-328, 1988. 5
30. 崔 塊榮, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司 : 建物の寿命分布の推定について - 公共建築の維持管理に関する研究 -, 第28号 計画系, pp. 777-780, 1988. 5
31. 吉村英祐 : ランダムウォークモデルによる誘導表示の有効配置の検討, 第29号 計画系, pp. 273-276, 1989. 5
32. 川合通裕, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司 : 専用オフィスビルにおける勤務者の防災意識に関する調査, 第29号 計画系, pp. 293-296, 1989. 5
33. 東 利彦, 杉本佳典, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司 : オフィスビルにおける滞留人口等の時刻変動等に関する調査, 第29号 計画系, pp. 297-300, 1989. 5
34. 洲脇規男, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司 : 専用オフィスビルにおける勤務者の日常動線の実態調査, 第29号 計画系, pp. 301-304, 1989. 5
35. 柏原士郎, 岡田光正, 吉村英祐, 横田隆司, 金 漢洙, 鶴丸達也 : 既成市街地における地域施設発生の実態について - ニュータウンにおける地域施設の供給計画に関する研究 -, 第29号 計画系, pp. 317-320, 1989. 5
36. 金 漢洙, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司, 鶴丸達也 : 既成市街地における地域施設発生の予測方法について - ニュータウンにおける地域施設の供給計画に関する研究 -, 第29号 計画系, pp. 321-324, 1989. 5
37. 横田隆司, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐 : K市における入院患者の利用

- 動向について－医療施設の適正配置に関する研究. 4－, 第29号 計画系,
pp. 325-328, 1989. 5
38. 崔 塊榮, 岡田光正, 柏原土郎, 吉村英祐, 横田隆司, 下戸康二朗: 集合住宅の修繕周期と修繕費の適正化について－公共建築の維持管理に関する研究－, 第29号 計画系, pp. 789-792, 1989. 5
39. 吉村英祐: 階層分析法による設計者の避難安全性の評価意識の分析, 第30号 計画系, pp. 213-216, 1990. 5
40. 東 利彦, 岡田光正, 柏原土郎, 吉村英祐, 横田隆司: 避難誘導を組み込んだ三次元ネットワーク避難シミュレーションシステムの開発, 第30号 計画系, pp. 217-220, 1990. 5
41. 椎名辰之, 岡田光正, 柏原土郎, 吉村英祐, 横田隆司: 歩行者の流動分布と歩行路の幅員の計画について, 第30号 計画系, pp. 245-248, 1990. 5
42. 川副正博, 岡田光正, 柏原土郎, 吉村英祐, 横田隆司: 空間の高低差に対する歩行者の心理的抵抗に関する研究－並列するエスカレータと階段における調査－, 第30号 計画系, pp. 249-252, 1990. 5
43. 中川彩子, 岡田光正, 柏原土郎, 吉村英祐, 横田隆司: ニュータウンの成熟化に伴う地域施設発生の実態について－ニュータウンにおける地域施設の供給計画に関する研究－, 第30号 計画系, pp. 377-380, 1990. 5
44. 桑原宏明, 岡田光正, 柏原土郎, 吉村英祐, 横田隆司: 大阪市における屋台の実態調査, 第31号 計画系, pp. 249-252, 1991. 5
45. 李 明權, 岡田光正, 柏原土郎, 吉村英祐, 横田隆司, 寺嶋 徹: 鉄道駅周辺地域における地域施設の分布特性について－混在型施設の立地計画に関する研究－, 第31号 計画系, pp. 253-256, 1991. 5
46. 洲脇規男, 柏原土郎, 吉村英祐, 横田隆司: 鉄道駅周辺における地域施設の発生予測について－混在型施設の立地計画に関する研究－, 第31号 計画系, pp. 257-260, 1991. 5
47. 横田隆司, 岡田光正, 柏原土郎, 吉村英祐, 木多彩子: 須磨ニュータウンにおける地域施設の利用状況について－地域施設の配置構成に関する研究－, 第31号 計画系, pp. 261-264, 1991. 5
48. 平井貞義, 岡田光正, 柏原土郎, 吉村英祐, 横田隆司: 西神ニュータウン

における地域施設の選択利用行動について - 地域施設の配置構成に関する研究 -, 第31号 計画系, pp. 265-268, 1991.5

49. 吉村英祐, 岡田光正, 柏原士郎, 横田隆司, 川合通裕:三次元メッシュミュレーションを用いた避難誘導方式の有効性に関する研究, 第31号 計画系, pp. 349-352, 1991.5
50. 森 英彦, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司:住宅地における建ぺい率・容積率・敷地面積と戸数密度の関係について, 第31号 計画系, pp. 357-360, 1991.5

D. 日本建築学会大会学術講演梗概集

1. 吉村英祐:建物内避難経路計画へのグラフ理論の適用性について その1.隣接行列の応用の検討, 計画系, pp. 1247-1248, 1984.10
2. 岡田光正, 吉村英祐, ユミ・ハヤカワ, 長岡賢二:避難に関する防災法規の変遷がオフィスビルのプランに与えた影響について, E pp. 293-294, 1985.10
3. 吉村英祐:建物内避難経路計画へのグラフ理論の適用性について その3.避難経路形状と発見されやすい避難施設配置の関係, E pp. 295-296, 1985.10
4. 柏原士郎, 岡田光正, 横田隆司, 吉村英祐:施設配置計画モデルの適用性について -多目的計画法による地域施設の配置計画に関する研究. 2-, E pp. 477-478, 1985.10
5. 横田隆司, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐:多目的指標の導入と施設選択行動モデルについて -多目的計画法による地域施設の配置計画に関する研究. 1-, E pp. 479-480, 1985.10
6. 柏原士郎, 岡田光正, 吉村英祐, 横田隆司, 大谷幸典:住宅地における地域施設の存在にたいする意識について -地域施設の混在性に関する研究-, E pp. 465-466, 1986.8
7. 吉村英祐:二方向避難を確保する避難施設配置と避難経路形状の関係について, E pp. 741-742, 1986.8
8. 金 漢洙, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司:都市における単位人

- 口当り施設数の地域的な分布特性－韓国・大邱市における場合－， E pp. 419-420, 1987.10
9. 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司, 石川ヒロ子：地域施設の発生過程に関する研究(3)－江坂地区, 緑地公園地区の場合－, E pp. 421-422, 1987.10
10. 横田隆司, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 藤森久司：都市における実距離と直線距離の関係について－地域施設の適正配置に関する研究－, E pp. 423-424, 1987.10
11. 吉村英祐：目標計画法による避難施設の配置方法について, E pp. 601-602, 1987.10
12. 崔 墉榮, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司：土地建物台帳による公共建築物の廃棄年数等の事例調査, F pp. 493-494, 1987.10
13. 金 漢洙, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司：地域特性と施設発生状況の関係について－地域施設の供給計画に関する研究－, E pp. 279-280, 1988.10
14. 柏原士郎, 岡田光正, 吉村英祐, 横田隆司, 金 漢洙, 中村三智之：病院の類型化と入院患者数の将来予測－医療施設の適正配置に関する研究・1－, E pp. 393-394, 1988.10
15. 横田隆司, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐：入院患者の診療圏からみた病院の適正配置計画論－医療施設の適正配置に関する研究・2－, E pp. 395-396, 1988.10
16. 吉村英祐：建築平面の避難安全性の定量的評価－建物内避難施設の配置計画に関する研究－, E pp. 575-576, 1988.10
17. 崔 墉榮, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司：建物の寿命分布の推定について(2)－公共建築の維持管理に関する研究－, F pp. 563-564, 1988.10
18. 横田隆司, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐：ニュータウンにおける医療施設の選択利用行動について－地域施設の配置構成に関する研究－, E pp. 315-316, 1989.10
19. 金 漢洙, 岡田光正, 柏原士郎, 吉村英祐, 横田隆司, 中原修司：千里ニュータウンおよび周辺地域における業務施設・サービスインダストリー等の分布

の実態について - ニュータウンにおける地域施設の供給計画に関する研究 - , E pp. 367-368, 1989.10

20. 吉村英祐 : ランダムウォークモデルによる誘導表示配置の評価, E pp. 783-784, 1989.10
21. 横田隆司, 岡田光正, 柏原土郎, 吉村英祐, 樋口達也 : 疾病分類からみた一般病院の類型化と患者数の将来予測について - 医療施設の適正配置に関する研究・3-, E pp. 413-414, 1990.10
22. 柏原土郎, 吉村英祐, 横田隆司, 中川彩子 : ニュータウンの成熟化に伴う地域施設発生の実態について - 神戸市須磨ニュータウンの場合 -, E pp. 533-534, 1990.10
23. 阪田弘一, 岡田光正, 柏原土郎, 吉村英祐, 横田隆司 : 浮体構造物における火災時の安全性について - 船舶を対象とした避難シミュレーション-, E pp. 781-782, 1990.10
24. 李 明權, 柏原土郎, 吉村英祐, 横田隆司, 木林泰弘 : ニュータウンの成熟化に伴う近隣センター内施設の変容について, E pp. 407-408, 1991.9
25. 横田隆司, 岡田光正, 柏原土郎, 吉村英祐, 平井貞義 : 西神ニュータウンにおける商業施設の選択利用状況について - 地域施設の配置構成に関する研究 -, E pp. 451-452, 1991.9
26. 吉村英祐, 岡田光正, 柏原土郎, 横田隆司, 川合通裕 : 三次元メッシュシミュレーションによる避難誘導方式の有効性の検討, E pp. 829-830, 1991.9

E. その他の論文

1. 吉村英祐 : 東海大地震による人的被害の研究 - 静岡市におけるケーススタディー, 大阪大学卒業論文, 1978.3
2. 吉村英祐 : 地下街の火災による人的被害の推定とその安全化に関する研究, 大阪大学修士論文, 1980.3
3. SHIRO KASHIHARA, HIDEMASA YOSHIMURA and TAKASHI YOKOTA : Generation Process of Community Facilities in New Towns and Ordinary Built-up Areas, TECHNOLOGY REPORTS OF THE OSAKA UNIVERSITY, Vol. 36, No. 1842,

pp. 197-208, 1986. 3

4. SHIRO KASHIHARA, HIDEMASA YOSHIMURA, TAKASHI YOKOTA and HAN-SU KIM :ON METHOD OF PREDICTING GENERATION OF COMMUNITY FACILITIES IN NEW TOWNS, 10th International Conference on Making Cities Livable, 1991. 7

F. 著書・報告書・雑誌原稿

a. 著書

1. 日本建築学会 編：建築・都市計画のための調査・分析方法（共同執筆；担当 1.4 観察する〔行動観察〕， pp. 30-38），井上書院，1987. 4. 20
2. 上山英昭 編集代表：話題源公民・政経（担当 「ウサギ小屋に住む日本人」， p. 170），とうほう，1988. 6. 1
3. 岡田光正，柏原土郎，辻 正矩，森田孝夫，吉村英祐：建築計画 2，鹿島出版会，1991. 6. 20

b. 報告書

1. 神戸市開発局：西神ニュータウン中央センター施設基本計画，1984. 3
2. 神戸市住宅局営繕部，大阪大学工学部建築工学教室岡田研究室：施設カルテの調査研究－神戸市公共建築物の計画保全調査－，1986. 3
3. 神戸市住宅局営繕部，大阪大学工学部建築工学教室岡田研究室：保全基準の策定に関する調査研究－神戸市公共建築物の計画保全調査 II－，1987. 3
4. 情報不足下における視認可能性からみた避難施設の有効配置に関する研究，第26回(昭和62年度)竹中育英会建築研究助成報告書(建築計画)，1988. 3
5. 神戸市開発局計画課，大阪大学工学部建築工学教室岡田研究室：ニュータウンの成熟化にともなう地域施設の供給計画等に関する調査研究，1989. 4
6. 財団法人 大阪市住宅整備公社：大阪市営住宅の長期修繕費予測等に関する調査，1989. 4

c. 雜誌原稿

1. 都市景観向上のために，建築と社会，1986年5月号，p. 14，日本建築協会，1986. 5
2. 再開発期を迎えた千里ニュータウン，建築と社会，1990年2月号，p. 86，日

本建築協会, 1990. 2

3. 高齢化に向けたニュータウン, 建築と社会, 1990年2月号, p. 89, 日本建築協会, 1990. 2
4. J R片町駅, 建築と社会, 1990年10月号, p. 88, 日本建築協会, 1990. 10
5. 三都にみる建築と土木 大阪, 建築と社会, 1991年6月号, pp. 57-64, 日本建築協会, 1991. 6

《資料1》 非常時の行動に関するアンケート

非常時の行動に関するアンケートのお願い

大阪大学工学部建築工学科 岡田研究室

- このアンケートは、火災時の円滑な避難誘導方法の開発に必要な基礎資料を得るために実施するものです。
- アンケートの目的上、回答・記入にあたっては、他の人と相談なさらないようお願いいたします。
- アンケートの結果はすべて統計的に処理されるため、回答していただいた方に御迷惑をおかけすることは決してありませんので、御協力のほどよろしくお願ひいたします。

1. この建物内で勤務中に、火災や大地震などの非常事態が発生したときのことについておたずねしますので、該当する記号に○をつけて下さい。

(1) 非常時の避難方法について日頃から考えておられますか。

- a. はい b. いいえ

(2) (1)で「はい」と答えた方におたずねします。

考えておられる避難方法は次のどれですか。

- a. 避難階段で避難する b. エレベーターで避難する
c. その場で動かずに助けを待つ d. その他()

(3) あなたは非常時に何か役割が決まっていますか。

- a. はい b. いいえ

(4) (3)で「はい」と答えた方におたずねします。

非常時のあなたの役割は次のどれですか。

- a. 消防署あるいは防災センターへの通報 b. 消火活動
c. 避難誘導 d. 防火戸の閉鎖
e. 排煙レバーなどの操作 f. 貴重品や重要書類の管理
g. その他() (金庫の施錠、非常持出しなど)

(5) (3)で「いいえ」と答えた方におたずねします。

あなたは非常時に、どのような行動をされるおつもりですか(あるいはすると思いますか)。

- a. 通報・消火・避難誘導などを自動的に行う
b. 役割が決まっている人の手助けをする
c. 指示待って、指示通りに行動する
d. みんなについて行く
e. 自分の判断で避難する
f. その他()

2. この建物の中で、あなたが日常よく利用される移動手段についておたずねします。

(1) あなたは何階で勤務されていますか。

()階

※ 1階で勤務されている方は、設問(2)(3)をとばし、設問(4)のみにお答え下さい。

1階以外の階で勤務されている方は、次の3問すべてにお答え下さい。

(2) 出勤時に、1階から勤務されている階までは主に何を利用されますか。

- a. 階段 b. エレベーター

(3) 退社時に、勤務されている階から1階までは主に何を利用されますか。

- a. 階段 b. エレベーター

(4) あなたは勤務中、勤務されている階から何階によく行かれますか。また、その階への行き帰りは主に何を利用されますか。よく行かれる階の順に3つまで記入して下さい。

- () 階への 行きは [a. 階段 b. エレベータ] で
 帰りは [a. 階段 b. エレベータ] で
- () 階への 行きは [a. 階段 b. エレベータ] で
 帰りは [a. 階段 b. エレベータ] で
- () 階への 行きは [a. 階段 b. エレベータ] で
 帰りは [a. 階段 b. エレベータ] で

3. 2枚目以降の用紙に、この建物の各階平面図が印刷してあります。2枚目に示した記号例と記入例にならって、以下の設問にお答え下さい。なお、保安上その他の理由で、部課名および部屋名を省略したところがありますので、ご了承下さい。

(1) まず、あなたが勤務されている階の平面図を選び出し、その下に書いてある階数を○で囲んで下さい。次に、あなたの席のおよその位置を、選び出した平面図の中に記入して下さい。

(2) あなたの席から、次にあげる場所まで行くときに最もよく通る経路を、2枚目の記号凡例にならって、太線で示して下さい。

- a. あなたの席からエレベータまでの経路
- b. あなたの席から便所までの経路
- c. 他の階に行くときに使う階段までの経路
- d. その他、頻繁に通る経路

(3) 選び出した平面図の中に、次にあげる防災設備の設置場所を、知っている限り記入して下さい。位置をすぐに思い出せないものは記入しなくて結構です。なお、記入にあたっては、他の人と相談しないようにお願いします。また、場所の確認はしないで、記憶のみにたよって記入して下さい。

- ・消火栓ボックス • 消火器
- ・避難誘導表示 • 防火戸
- ・救助袋 • その他 ()

4. 最後に、あなた自身のことについてお答え下さい。

- 性別 : a. 男 b. 女
- 年令 : () 才
- 職階 : a. 管理職 b. 一般職 c. 委託員・パート
- この建物に勤務して()年()ヶ月

※御協力いただき、どうもありがとうございました。

《設問3用記入用紙》 ※記入にあたっては、他の人と相談しないようお願いします。

- (1) あなたが勤務されている階………該当する階の平面図の下に書いてある階数表示を○で囲んで下さい。

あなたの席の位置……………◎(二重丸)で示して下さい。

- (2) あなたの席(◎)から次の場所までの経路……………—(太線)で示して下さい。

- a. エレベータまでの経路
- b. よく利用する階段までの経路
- c. 便所までの経路
- d. その他、頻繁に通る経路

- (3) 記入するものとその記号(記入スペースが狭い場合は、引出し線を使って下さい。)

消火栓ボックス……………⑧

避難誘導表示……………△

(非常口や避難方向を指示する矢印・絵・文字など)

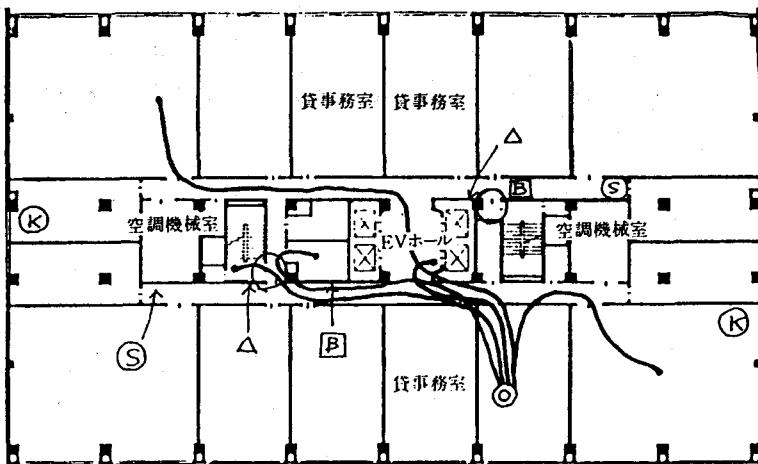
消火器……………⑤

防火戸……………該当する戸を○で囲んで下さい。

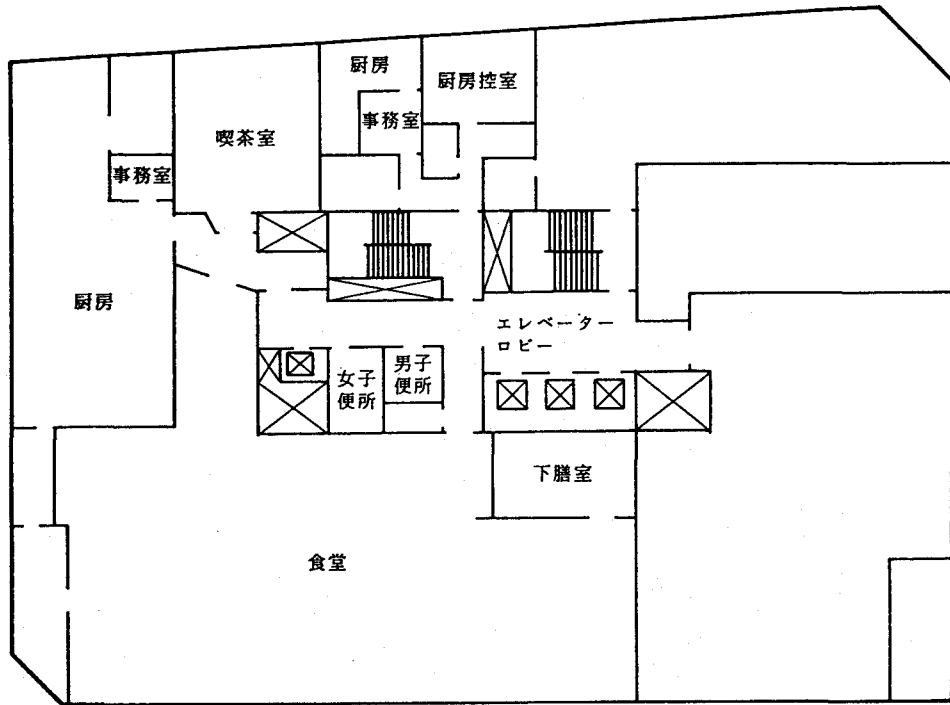
(火災の延焼・拡大を防ぐための鉄製の戸)

救助袋……………⑩

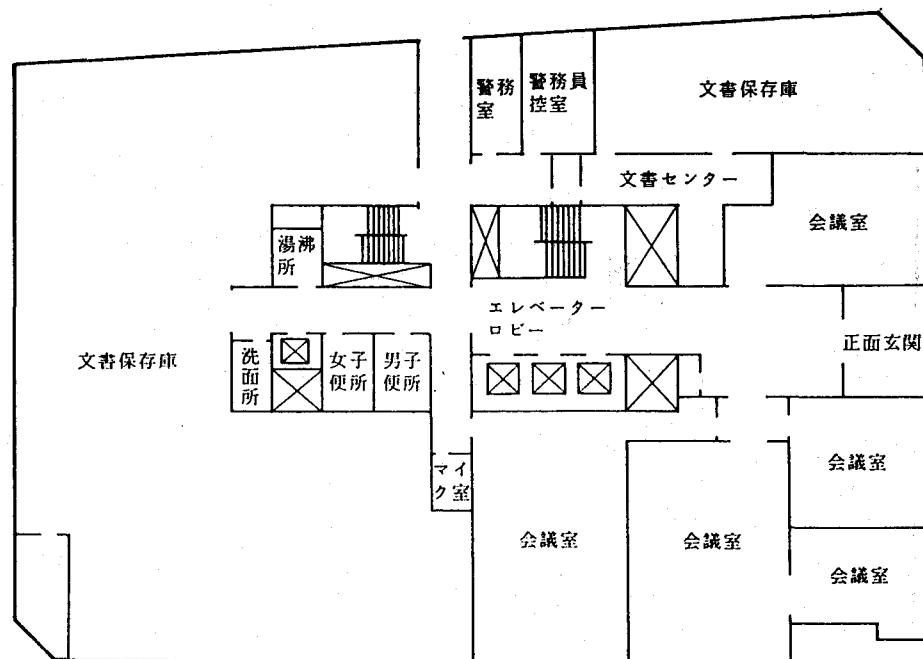
〈記入例〉



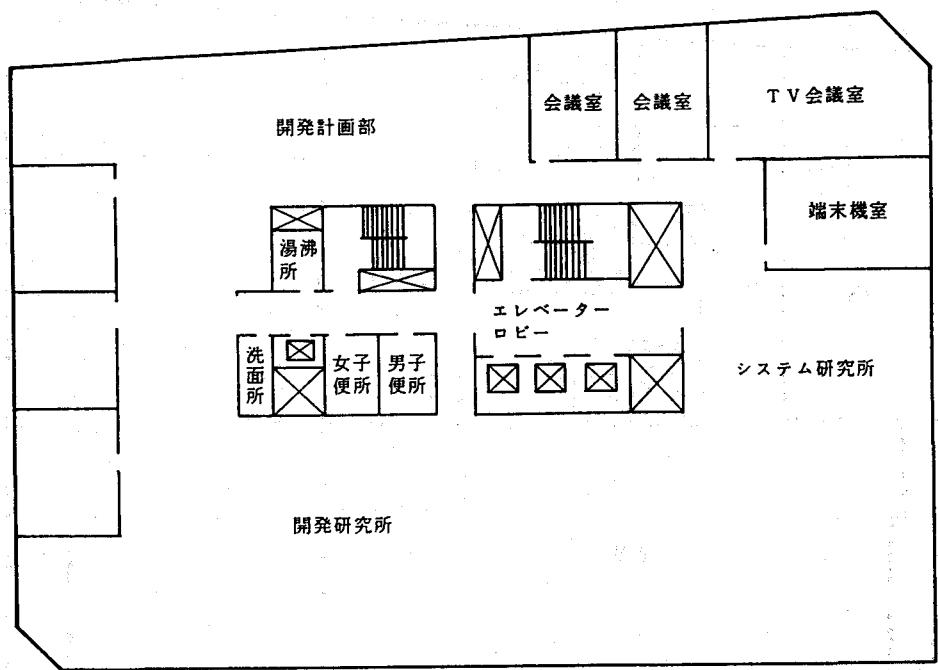
3階



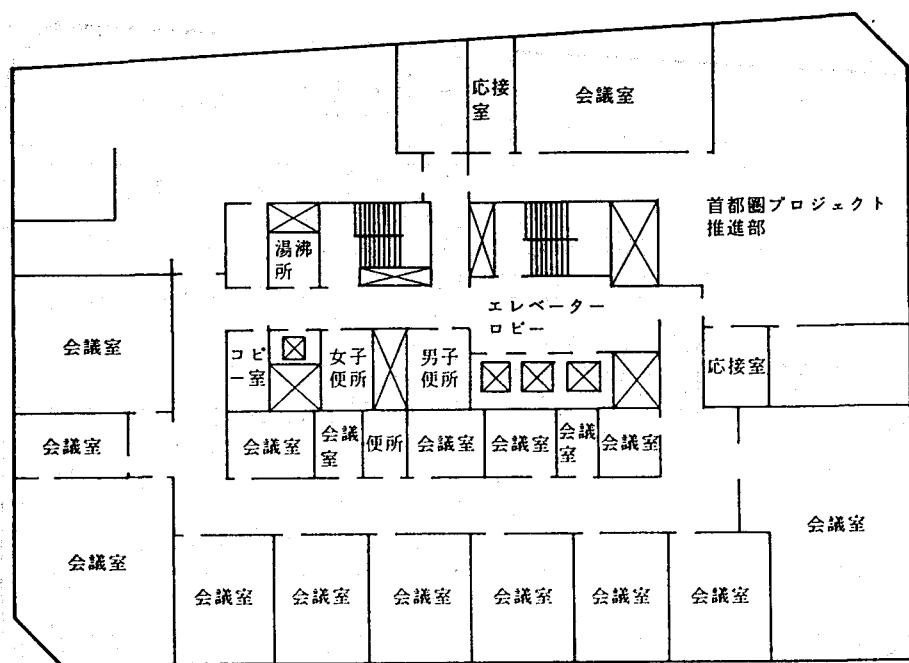
地下1階



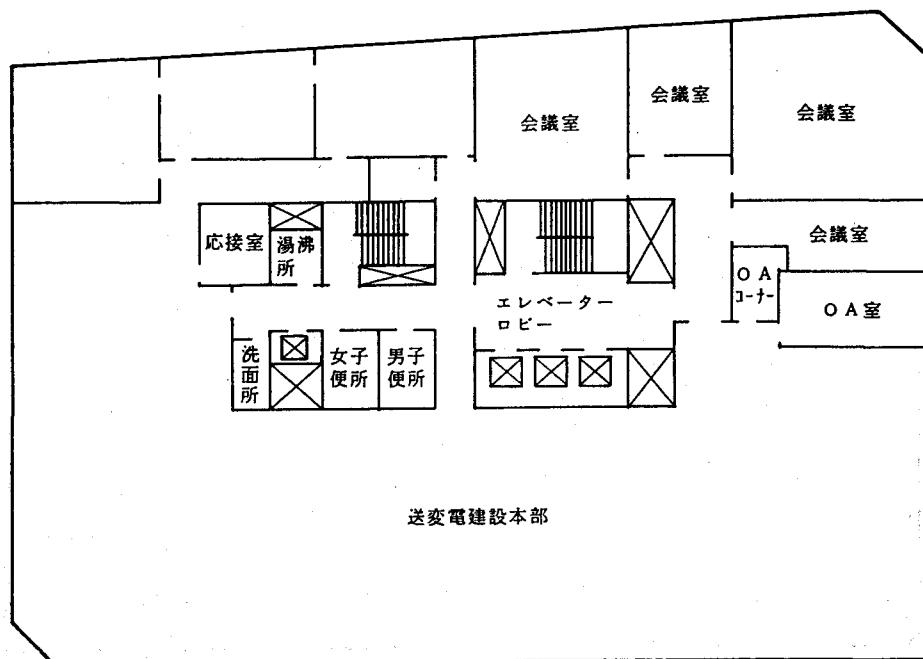
1階



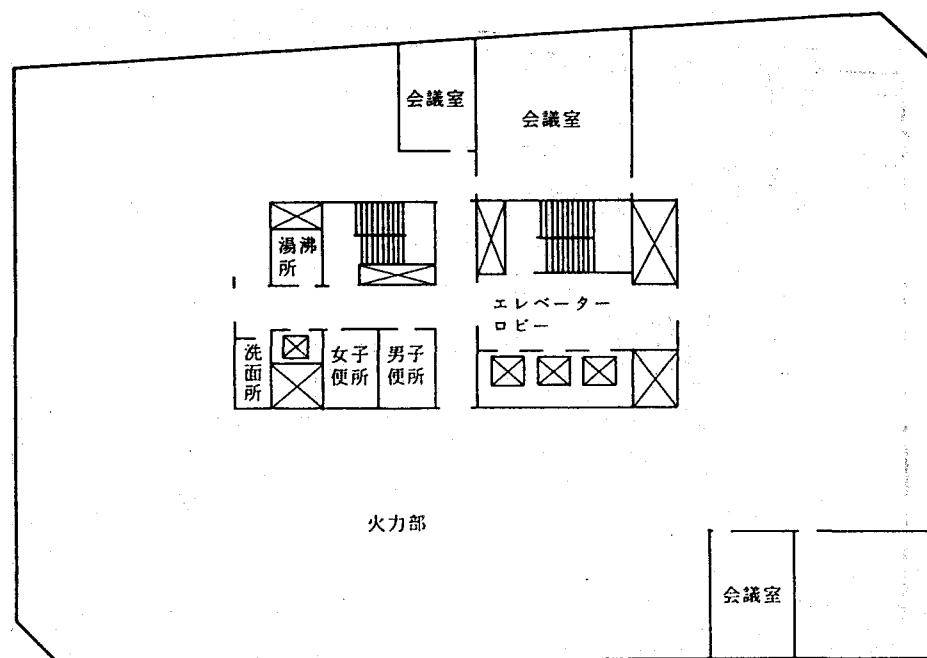
2階



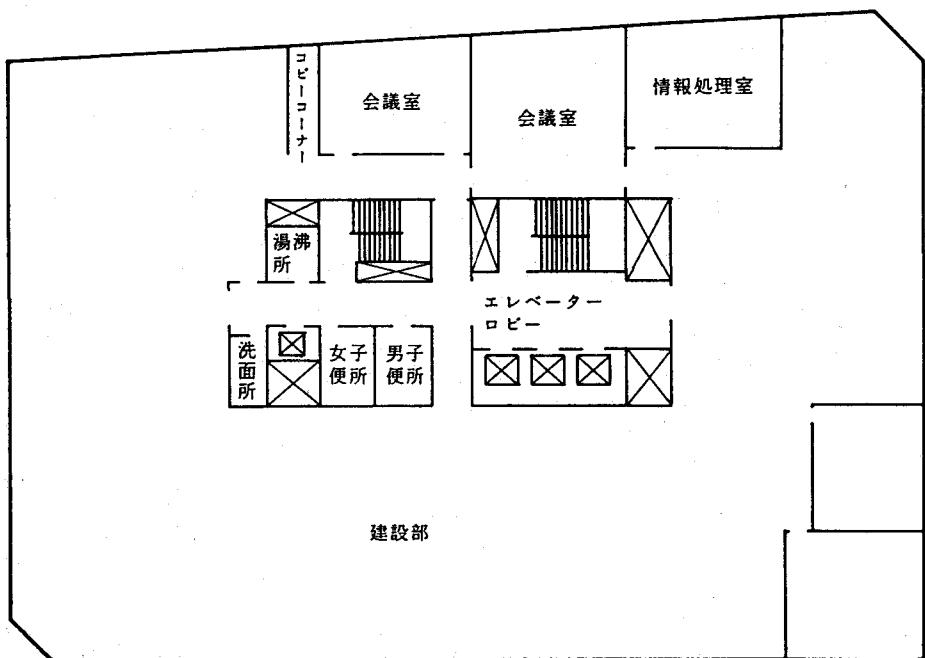
3階



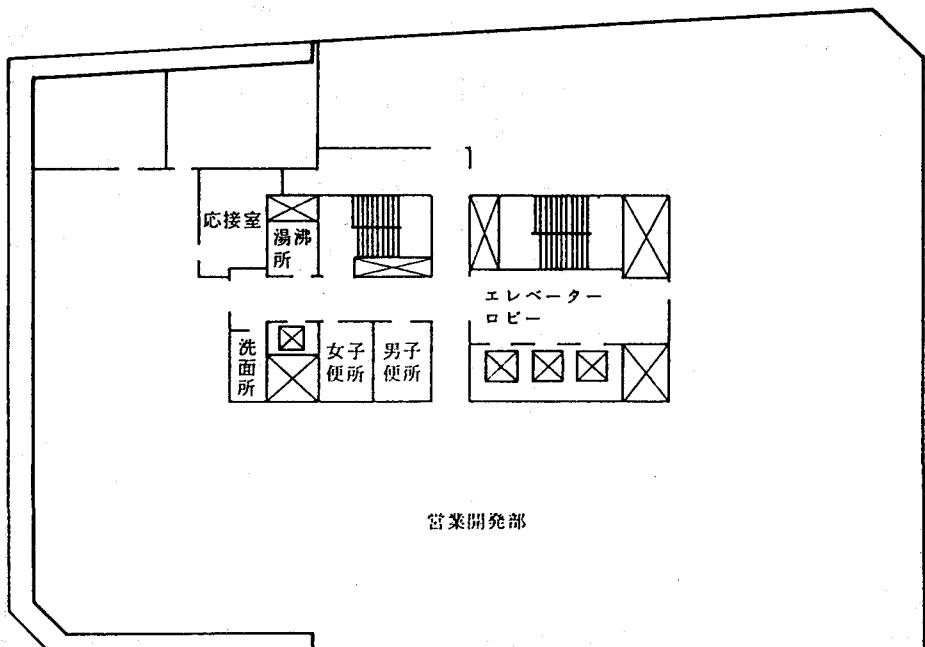
4 階



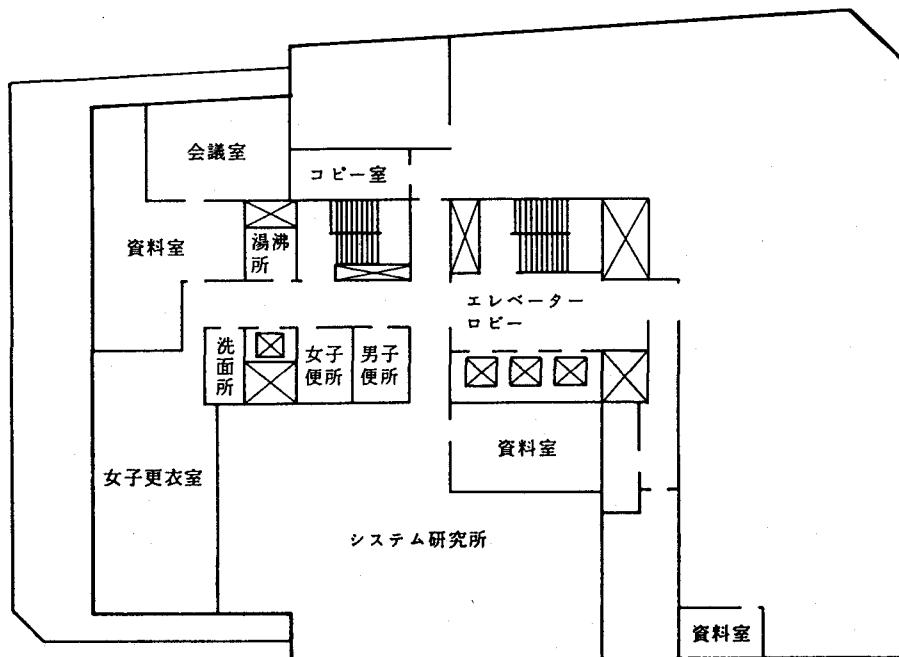
5 階



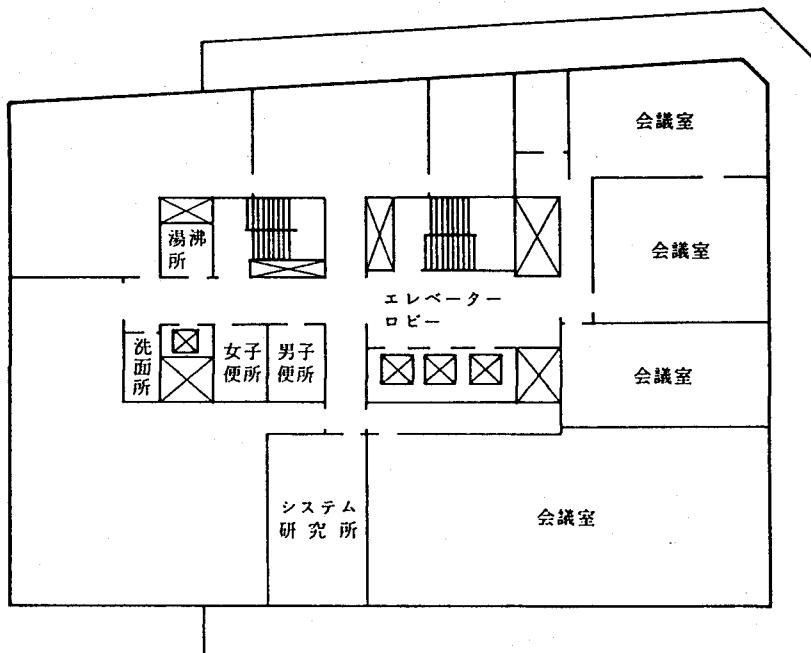
6 階



7 階



8 階



9 階

《資料2》 避難安全性の評価指標の一対比較アンケート

アンケート回答用紙

建物の避難・防災計画においては、平面計画・断面計画・設備計画・内装計画などの多岐にわたる項目について検討する必要がありますが、ここでは避難階段や避難バルコニーなどの避難施設の平面配置や避難動線としての通路形状などの、平面計画上の問題に限ってお考え下さい。なお回答は、該当する項目の□にレ印を記入してください。

ここでは、避難安全性の評価指標として

- 1. 避難経路を明快にすること
- 2. 二方向避難を確保すること
- 3. 避難施設までの最大歩行距離を短縮すること

の三つを考えます。

避難・防災計画は建物の用途にかかわらず重要ですが、過去の火災事例からは「ホテル・旅館」「デパート」「病院」の三つが火災時に問題が多い「御三家」と言われています。また、日本では幸いに大惨事に至ったことはありませんが、「地下街」も潜在的に危険性をかかえていると思われます。

設問 1

上記の3指標をどの程度重視するかは、このような建物の種類によって明らかに異なると考えられますか。それとも、施設の種類による大きな差はないと考えられますか。

□ 1：明らかに差がある =====> 設問 2 へ

□ 2：大きな差はない =====> 設問 3 へ

設問 2

明らかに差があるとすれば、それはどの程度でしょうか。3指標の重要度を直感的判断により一対比較し、該当する欄にレ印を記入してください。

《記入上の注意》

以下は、あくまで一対の項目の比較ですから、全体の整合性に気をとられる必要は全くありません。正しい結果を得るために、二つの項目の比較に専念してください。

【回答例】…左の項目のほうが右の項目よりも「かなり重要」と判断した場合

○○○○○○○	するほうが	9	7	5	3	1	3	5	7	9	△△△△△△△	するほうが
するほうが	するほうが	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	△△△△△△△	するほうが						
○○○○○○○	するほうが	9	7	5	3	1	3	5	7	9	△△△△△△△	するほうが
するほうが	するほうが	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	△△△△△△△	するほうが						

○○○○○○○

するほうが

△△△△△△△

△△△△△△△

ホテル・方食官（客室棟）

A. 【避難経路を明快にすること】と【二方向避難を確保すること】の比較

避難経路を明快にすること									二方向避難を確保すること								
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9
<input type="checkbox"/>																	
絶対的に重要	かなり重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	同じくらい重要	絶対的に重要	絶対的に重要	かなり重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	同じくらい重要	絶対的に重要
重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要

B. 【避難経路を明快にすること】と【最大歩行距離を短縮すること】の比較

避難経路を明快にすること									最大歩行距離を短縮すること								
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9
<input type="checkbox"/>																	
絶対的に重要	かなり重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	同じくらい重要	絶対的に重要	絶対的に重要	かなり重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	同じくらい重要	絶対的に重要
重要																	

C. 【二方向避難を確保すること】と【最大歩行距離を短縮すること】の比較

二方向避難を確保すること									最大歩行距離を短縮すること								
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9
<input type="checkbox"/>																	
絶対的に重要	かなり重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	同じくらい重要	絶対的に重要	絶対的に重要	かなり重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	同じくらい重要	絶対的に重要
重要																	

デパート（売場部分）

A. 【避難経路を明快にすること】と【二方向避難を確保すること】の比較

避難経路を明快に するほうが		二方向避難を確保 するほうが						
9	7	5	3	1	3	5	7	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 干 重 要	重 要	か な り 重 要	絶 対 的 に 重 要

B. 【避難経路を明快にすること】と【最大歩行距離を短縮すること】の比較

避難経路を明快に するほうが		最大歩行距離を 短縮するほうが						
9	7	5	3	1	3	5	7	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 干 重 要	重 要	か な り 重 要	絶 対 的 に 重 要

C. 【二方向避難を確保すること】と【最大歩行距離を短縮すること】の比較

二方向避難を確保 するほうが		最大歩行距離を 短縮するほうが						
9	7	5	3	1	3	5	7	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 干 重 要	重 要	か な り 重 要	絶 対 的 に 重 要

病院（病棟部分）

A. 【避難経路を明快にすること】と【二方向避難を確保すること】の比較

避難経路を明快に するほうが									二方向避難を確保 するほうが								
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 干 重 要	重 要	か な り 重 要	重 要	絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 干 重 要	重 要	か な り 重 要	重 要
絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 干 重 要	重 要	か な り 重 要	重 要	絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 若干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 若干 重 要	重 要	か な り 重 要	重 要

B. 【避難経路を明快にすること】と【最大歩行距離を短縮すること】の比較

避難経路を明快に するほうが									最大歩行距離を 短縮するほうが								
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 干 重 要	重 要	か な り 重 要	重 要	絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 若干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 若干 重 要	重 要	か な り 重 要	重 要
絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 若干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 若干 重 要	重 要	か な り 重 要	重 要	絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 若干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 若干 重 要	重 要	か な り 重 要	重 要

C. 【二方向避難を確保すること】と【最大歩行距離を短縮すること】の比較

二方向避難を確保 するほうが									最大歩行距離を 短縮するほうが								
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 若干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 若干 重 要	重 要	か な り 重 要	重 要	絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 若干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 若干 重 要	重 要	か な り 重 要	重 要
絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 若干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 若干 重 要	重 要	か な り 重 要	重 要	絶 対 的 に 重 要	か な り 重 要	重 要	若 若干 重 要	同 じ く ら い 重 要	若 若干 重 要	重 要	か な り 重 要	重 要

地下街

A. 【避難経路を明快にすること】と【二方向避難を確保すること】の比較

避難経路を明快にすること		二方向避難を確保すること						
9	7	5	3	1	3	5	7	9
<input type="checkbox"/>								
絶対的に重要	かなり重要	重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	重要	かなり重要	絶対的に重要
重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要	重要

B. 【避難経路を明快にすること】と【最大歩行距離を短縮すること】の比較

避難経路を明快にすること		最大歩行距離を短縮すること						
9	7	5	3	1	3	5	7	9
<input type="checkbox"/>								
絶対的に重要	かなり重要	重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	重要	かなり重要	絶対的に重要
重要								

C. 【二方向避難を確保すること】と【最大歩行距離を短縮すること】の比較

二方向避難を確保すること		最大歩行距離を短縮すること						
9	7	5	3	1	3	5	7	9
<input type="checkbox"/>								
絶対的に重要	かなり重要	重要	若干重要	同じくらい重要	若干重要	重要	かなり重要	絶対的に重要
重要								

※これで設問2は終わりです。次は設問3をとばして設問4に進んでください。

設問3 (設問2で回答された方は、この設問をとばして設問4に進んでください。)
建物の避難安全設計において考慮すべき3指標の重要度を直感的判断により一对比較し、該当する欄にレ印を記入してください。

《記入上の注意》

以下は、あくまで一对の項目の比較ですから、全体の整合性に気をとられる必要は全くありません。正しい結果を得るために、二つの項目の比較に専念してください。なお回答例は、設問2(アンケート回答用紙1枚目の後半)を御参照ください。

A. 【避難経路を明快にすること】と【二方向避難を確保すること】の比較

避難経路を明快にすること		二方向避難を確保すること								
9	7	5	3	1	3	5	7	9		
<input type="checkbox"/>										
対 決 的 に 重 要										
絶 対 的 に 重 要										
するほうが										

B. 【避難経路を明快にすること】と【最大歩行距離を短縮すること】の比較

避難経路を明快にすること		最大歩行距離を短縮すること								
9	7	5	3	1	3	5	7	9		
<input type="checkbox"/>										
対 決 的 に 重 要										
絶 対 的 に 重 要										
するほうが										

C. 【二方向避難を確保すること】と【最大歩行距離を短縮すること】の比較

二方向避難を確保すること		最大歩行距離を短縮すること								
9	7	5	3	1	3	5	7	9		
<input type="checkbox"/>										
対 決 的 に 重 要										
絶 対 的 に 重 要										
するほうが										

設問 4

避難・防災設計全般について、あるいはこのアンケートについて御意見がございましたら、忌憚なく御自由にお書きください。

《自由意見欄》

[Large rectangular area for free comments, consisting of approximately 10 horizontal dashed lines for writing.]

設問 5

最後に、回答者御自身のことについておうかがいいたします。

1. 勤務先をお教えください。

- 1 : 設計事務所
- 2 : ゼネコン設計部
- 3 : 非建設業の建築関連部門（建築部・営繕部など）
- 4 : その他 ()

2. 設計経験年数あるいは建築部門担当年数をお教えください。

[] 年 [] ヶ月

※ 御多忙のなかアンケートに御協力いただき、ありがとうございました。なおアンケートは同封の封筒に入れて、到着後10日以内に御返送くださいますようお願い申しあげます。