建物内 T 字路における避難経路選択に通路幅員が与える影響

AN EFFECT OF PASSAGE WIDTH ON CHOICE OF EGRESS ROUTE AT A T-JUNCTION IN A BUILDING

林 広明*, 室崎 益輝**, 西垣 太郎***

Hiroaki HAYASHI, Yoshiteru MUROSAKI and Taro NISHIGAKI

The purpose of this study is to evaluate quantitatively the effect of a passage width on choice of egress route at a T-junction. Two experiments were carried out to clarify the behavior of egress under following two conditions. (i) Showing subjects VTR images of T-junction under the limited information of egress route. (ii) Using the simulator system driven by the subjects themselves under the condition that subjects can search for information of egress route freely. From results of the experiment, following two points became clear. (1) Almost 70%~90% of the evacuees can be led to safety egress without emergency guide lights or emergency guidance, when the relative ratio of the width of the right passage at a T-junction to that of the left one is approximately 1.7~2.5. (2) There is no difference in choice ratio of a wide passage, in case that relative ratio of the width at a T-junction is over 2.5.

Keywords : egress route, passage width, T-junction, simulator, VTR images
避難経路, 通路幅員, T字路, シミュレータ, VTR 映像

1. はじめに

通路構成が複雑化した建物から滞在者を安全に避難させるためには、火煙に対する避難経路の安全性を高めると同時に、迷うことなく出口まで到達できる避難経路を設計する必要がある。そのためには、基本設計の段階から避難計画を考慮して建築計画を進めるのが合理的である。

現在法規的には、避難計画について2方向避難の確保、避難出口までの歩行距離制限、通路幅員の確保、避難誘導灯の設置などが規定されている。しかし、これらの規定を遵守するだけでは十分な安全性が確保されたとはいえない。人間の行動特性を考慮して通路計画を行い、避難誘導効果を持った建築空間を創出するなど、さらに高い安全性を考慮する必要がある。例えば、避難行動特性上選択されやすい形態の通路計画を行えば、建築空間自体が避難誘導効果を持ち、複雑な通路構成でも避難に支障をきたさないようにすることができる。

しかし、実際にはこのような避難行動特性からみた避

難経路の有効な形状等の提案が行われた例はほとんどない。その理由は、どのような条件のときに避難行動特性が顕在化するのかが定量的に示されていないためである。

火災時の避難行動を扱った研究は、これまでも様々なアプローチで行われてきた。火災発生後の被災者へのヒヤリング・アンケートに基づく調査研究は、1932年の白木屋火災を初めとして、以降、千日ビル¹⁾、大洋デパート²⁾、ホテルニュージャパン³⁾などの多くの死傷者を出した火災事例について行われてきた⁴⁾。このような研究は海外においても MGM グランドホテル火災⁵⁾ などで行われている。また、これらの調査結果を元に避難行動を構造的に把握するための研究が行われ、帰巢性、向光性、向開放性などの行動特性が指摘された^{6), 7)}。北後⁸⁾ は過去の火災時の避難行動調査事例を元にその類型化を行い、建築物の空間特性、利用形態と避難状況との関係を明らかにした。以上の研究は避難行動特性を定量的に示したという点で重要であるが、空間特性と避難行動特性との関係を定量的に関連づけるには至っていない。

本論文の内容の一部は、1995年度日本建築学会大会で発表している¹⁸⁾。

* 神戸大学大学院自然科学研究科 大学院生・工修

** 神戸大学工学部建設学科 教授・工博
*** 大成建設株式会社 工博

Graduate School of Science and Technology, Kobe Univ., M. Eng.

Prof., Faculty of Engineering, Kobe Univ., Dr. Eng.
Technology Research Center, Taisei Co., Dr. Eng.

一方、避難時の行動特性を把握することを目的とした実験も多数行われている^{9)~15)}。これらの研究を通して、歩行速度や避難誘導灯の見通し距離、階段の有効幅員などについては定量的に把握されたが、経路選択行動については定性的傾向が把握されたに留まっている。

平常時における経路選択行動に的を絞った研究も行われているが^{16), 17)}、ここでも経路選択行動特性が定量的に示された例はない。

本研究では、避難経路選択行動特性のうち向開放性に焦点を絞り、この特性が顕在化するための条件を定量的に示すことを目的とし、T字路を対象に行った2種の被験者実験について報告する。

2. 避難方向を判断するための情報を制限した場合 (VTR映像提示による実験)

実際に避難方向を判断する場合には通路幅員だけではなく、通路を曲がった先の状況も重要な要因となる。しかし、ここでは通路幅員が及ぼす影響のみについて検討するため、通路を曲がった先の状況に関する情報を与えない条件で実験を行った。

2.1 実験概要

2.1.1 VTR映像

実験は、T字路に向かって進むVTR映像を被験者に提示し、その視覚情報から避難したい方向を判断させた。

映像は縮尺 1/30 の模型内通路を CCD カメラを移動させて撮影したものである。避難方向を判断するために被験者が利用できるのは、図-1に矢印で示すように直線通路から見たT字路の左右の幅員についての視覚情報のみであり、曲がった先の状況は分からない。

撮影に使用したカメラの画角は、水平方向 111°、垂直方向 88°である。カメラの移動速度は 35 mm/sec (実際の空間では 1.05 m/sec に相当する) に設定した。この速度は避難計算で一般に用いられる歩行速度 1.0 m/sec にはほぼ等しいものである。このように撮影した映像を、100 inch

図-1 避難方向を判断するための視覚情報

モニターに提示した。

2.1.2 実験条件

T字路において通路の広さについての判断は、図-2に示すように、狭幅員通路に対する広幅員通路の幅員の相対比に依存すると考える。そこで、この実験では相対比として 1.0, 1.3, 1.5, 1.7, 2.0, 2.5, 3.0 の7種を設定した。これと、左右通路幅員の入れ替え、T字路に向かう直線通路(進入路)の幅員の影響を考慮して、48通りの左右通路幅員の組み合わせを設定した。

図-2 左右通路幅員の相対比の定義

2.1.3 実験手順

実験は以下の手順で行った。

- ①実験条件となる48通りの左右通路幅員を組み合わせた映像を撮影し、それぞれの映像の間隔が5秒程度になるように編集した。
- ②被験者4~6人を1グループとして、100inch モニターの前に座らせた。
- ③実験を始める前に、被験者に以下の教示を与えた。
 - ・本実験は火災時の建物からの避難を想定しているので、できるだけ早く判断する。
 - ・T字路に向かって進む映像が映写されるので、映像が切れるまでに左右どちらに進むかを判断し、用紙にチェックする。
- ④サンプル映像を提示し、試験的に回答を行わせ、被験者に実験の要領が理解できたかどうかを確認した後、本実験を行った。

2.1.4 被験者

被験者は20代~50代の男女42名であった。その内訳を表-1に示す。20代男性のうち2名は建築防災関係の研究に従事するものであり、避難行動特性に関する知識を有していたが、それ以外のものは防災に関する知識は乏しい。

表-1 被験者の属性分布

年齢	性別		
	男性 (人)	女性 (人)	合計 (人)
20歳代	10	7	17
30歳代	0	8	8
40歳代	0	8	8
50歳代	0	9	9
合計(人)	10	32	42

2.2 実験結果および考察

2.2.1 広幅員通路の選択率

T字路における各左右通路幅員相対比での広幅員通路選択率を図-3に示す。左右通路幅員の相対比1.3以上では、広幅員通路選択率はいずれの相対比においても90%を超える高い値になっており、広いと感じられる通路を選択する傾向が見られる。

相対比の変化に伴う選択率の変化の状況をみると、1.3~1.7の間では相対比が高くなるに従って広幅員通路の選択率も高くなる傾向があるが、相対比1.7を超える部分では95%程度で横這いになっている。このことから、この実験結果ではT字路における左右通路幅員相対比を1.7より大きくしても、広幅員通路への誘導効果は変わらないと考えられる。

2.2.2 左右通路幅員が等しい場合の選択傾向

表-2に示すように、いずれの場合においても左側通路の選択率は40%を下回っており、右側通路の選択傾向が見られる。従来、避難行動特性として左回り傾向があるといわれているが、この実験では逆の傾向が示された。その原因として、選択方向のチェックを筆記式としたため利き腕の影響を受けたとも考えられるが、今後検討が必要である。

2.2.3 進入路幅員が経路選択に与える影響

図-4に進入路幅員が異なる場合の各左右通路幅員の相対比における広幅員通路選択率を示す。全体の傾向として、いずれの進入路幅員においても相対比が高くなるに従って広幅員通路選択率も高くなっており、この傾向に進入路幅員による影響はないと考えられる。

また、進入路幅員が10cm（実際の空間では3.0mに相当）および16.7cm（同5.0m）のときに、広幅員通路選択率が他の進入路幅員の場合と比較して高くなっている。このことから、より効果的に避難者を広幅員通路に誘導することができる最適な進入路幅員が存在することが予想される。今回の実験結果からはその範囲は3.0m~5.0mであると考えられる。

2.2.4 広幅員通路の左右の配置が経路選択に与える影響

T字路において広幅員通路が右にある場合と左にある場合の広幅員通路選択率を図-5に示す。相対比1.7以上では広幅員通路が右にあっても、左にあっても各相対比における広幅員通路選択率に違いは見られない。

相対比1.5以下では広幅員通路が右にある場合の選択率が高くなっている。これは左右通路幅員が等しい場合にみられた右側通路選択傾向の影響と考えられる。相対比1.7以上では、この影響がみられなくなっていることから、右側通路選択傾向はT字路の左右通路幅員の相対比が1.5以下の場合に強く現れるものと考えられる。

図-3 各相対比における広幅員通路選択率

表-2 左右通路幅員が等しいときの左側通路選択率

進入路幅員 de (cm)	左右通路幅員 di (cm)	各通路の選択数 (人)			左側通路の 選択率 (%)
		左	右	合計	
6.0	6.0	15	27	42	36
12.0	12.0	15	27	42	36
18.0	18.0	12	30	42	29
合 計		42	84	126	33

図-4 各進入路幅員における広幅員通路選択率

図-5 広幅員通路が右にある場合と左にある場合の広幅員通路選択率

3. 避難方向の判断するための情報の制限をしない場合（模型シミュレータによる実験）

VTR映像による実験では、直線通路をT字路に向かって直進する部分しか提示されなかったため、T字路に達する前に進む方向を判断しなければならなかった。従って、T字路を曲がった先の状況にかかわりなく、直線通

路から見た左右通路の幅員についての視覚情報のみで進路を判断したことになる。しかし、実際にはT字路にいたるまでの行動や曲がった先の状況も避難方向の判断に影響を与えと考えられる。

本章では、T字路での避難方向の判断について被験者が必要な情報を自由に探索できる場合の選択傾向を把握することを目的に、被験者が操作する模型シミュレータを用いて実験を行った。

3.1 実験概要

縮尺1/30の単純なT字路の模型を用い、CCDカメラによるシミュレータシステムを利用して被験者実験を行った。以下に実験に用いたシミュレータおよび模型の概要を述べる。

3.1.1 シミュレータシステムの概要

シミュレータシステムは図-6に示すような構成になっている。シミュレータ装置の概要を表-3に示す。CCDカメラの移動速度は35 mm/secであり、実際の空間では1.05m/secに相当する。照明には20型蛍光灯4基を用いた。

CCDカメラの移動は、常にカメラの正面方向に進むようにコンピュータで制御した。すなわち、右折あるいは左折をしようとする場合には、いったんカメラを曲がりたい方向に回転させ、それから前進するという手順を踏むことになる。

カメラからの映像は別室の39型ワイド画面TVモニターに映した。被験者はこの映像を見ながらジョイスティックでカメラを操縦した。

3.1.2 実験条件

模型は単一のT字路とし、図-7に示すように、進入路の通路幅員とT字路の左右どちらか一方の通路幅員との比が1.0:1.0となるようにした。広幅員通路は、実験条件の偏りを避けるため、T字路の左右にランダムに配置した。図中の黒丸は出口の位置を示す。

T字路において通路の広さについての判断は、前節と同様に左右通路の相対比に依存すると考え、T字路における左右通路の相対比として1.0~3.0の間で8種を設定した。相対比の定義は前節と同様である。実験条件には進入路の通路幅員も考慮し、11通りを設定した。各グループの実験条件を表-4に示す。

被験者をG1、G2の2グループに分け、それぞれのグループでT字路の左右通路幅員を入れ替えて実験を行った。例えば、左右通路幅員が10 cmと13 cmの組合わせである場合、G1グループでは図-7のように左13 cm・右10 cmとし、G2グループでは左10 cm・右13 cmとした。

3.1.3 実験手順

実験は以下の手順で行った。

①被験者一人ひとりを実験室に案内し、以下の教示を

図-6 シミュレータシステムの構成

表-3 シミュレータ装置の概要

仕様	
本体	2,360mm(H)×2,000mm(W)
CCDカメラ	可動範囲 1,500mm(H)×1,500mm(W)
	移動速度 35mm/sec (実大で1.05m/secに相当)
	回転速度 72°/sec
レンズ画角	水平 111° ; 垂直 88°
制御装置	NEC98note

図-7 模型通路の幅員の組合せの例

表-4 模型シミュレータ実験における実験条件

相対比 進入路幅員 (cm)		1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.5	3.0
G1	6	○			○(右)		○(右)	○(右)	○(左)
	10	○	○(右)	○(右)	○(左)	○(左)	○(右)		
G2	6	○			○(左)		○(左)	○(左)	○(右)
	10	○	○(左)	○(左)	○(右)	○(右)	○(左)		

注) 表中の○印は設定した実験条件を示す。
表中の左右は広幅員通路を配置した方向を示す。

行った。

- ・この実験は火災時の避難を想定しているので、できるだけ早く出口までたどり着く。
 - ・模型は建物内の通路を想定しているので、出口は何か所かある。
 - ・出口は床面に緑色のシールを貼って示してあり、その印にたどり着いた時点で終了とする。
- ②図-7中のStart地点にカメラをセットして、実験を開始した。
- ③1被験者が11条件を全て終えた時点で次の被験者と交代した。

3.1.4 被験者

被験者は神戸大学工学部の男女大学生 20 名（男性 19 名、女性 1 名）である。被験者の中に避難計画に関する専門的知識を有した者はいなかった。

3.2 実験結果および考察

3.2.1 広幅員通路の選択率

各相対比における T 字路での広幅員通路選択率を図-8 に示す。T 字路の左右通路幅員の相対比 1.1 では広幅員通路の選択傾向は見られない。相対比が 1.3 以上になると、75%以上の被験者が広幅員通路を選択するようになり、明らかに広幅員通路選択傾向があるといえる。従って、相対比 1.1～1.3 の間に広幅員通路選択傾向が顕在化する境界域が存在すると考えられる。

相対比 1.3～2.5 では相対比が大きくなるに従って広幅員通路の選択率も高くなっており、2.5 の時には 90% を超える選択率になっている。しかし、これを超えると選択率が低下する傾向が見られる。以上のことから、広幅員通路選択傾向が最も顕著に現れるのは左右通路幅員の相対比が 2.5 程度の時であると判断される。

相対比 3.0 の時に広幅員通路選択率が低下した理由としては、通路が広すぎたためにその先にある通路が認識されにくく、行き止まりと感じる被験者がいたためと考えられる。

3.2.2 左右通路幅員が等しい場合の選択傾向

表-5 に示すように、進入路幅員が 10cm（実際の空間で 3.0m に相当）のときには左右通路選択率に違いはない。一方、進入路幅員が 6cm（同 1.8m に相当）のときには左側通路選択率が 62% と、左側通路の選択傾向が見られる。左側通路の選択傾向は従来から指摘されていることであるが、進入路幅員 10cm のときには影響がみられないことから、左側通路選択傾向は進入路幅員が狭いときに、より顕著に現れる傾向であると推測される。

3.2.3 広幅員通路の配置が選択率に与える影響

T 字路において広幅員通路を左に配置した場合と右に配置した場合の広幅員通路の選択率を図-9 に示す。

進入路幅員が 10cm（実際の空間で 3.0m に相当）のとき、広幅員通路が T 字路の左側に配置された場合は相対比 1.3 のときに最も広幅員通路選択率が高くなり、その後は選択率 90% 程度で推移している。一方、右側に配置した場合は相対比が 2.0 に至るまで、相対比が高くなるに従って広幅員選択率も高くなった。

進入路幅員が 6cm（同 1.8m に相当）の場合も相対比 1.5～2.0 のときには広幅員通路が左側に配置されている場合の方が、右側に配置されている場合よりも広幅員通路選択率が高くなった。

このような違いが現れたのは、左側通路選択傾向の影

図-8 情報を制限しなかった場合の広幅員通路選択率

表-5 左右通路幅員が等しい場合の左側通路選択率

進入路幅員 de (cm)	左右通路幅員 di (cm)	各通路の選択数 (人)			左側通路の 選択率(%)
		左	右	合計	
6.0	6.0	16	10	26	62
10.0	10.0	9	11	20	45
合 計		25	21	46	54

図-9 広幅員通路の配置による広幅員通路選択率の違い

響が顕在化して、幅員が狭いにもかかわらず左側通路を選択する被験者が多くなったためと考えられる。

一方、相対比が 1.5～2.5 と大きくなるに従って、広幅員通路が左にある場合と右にある場合の選択率に差がなくなっていること、相対比が 2.0 以上の部分ではいずれの場合も広幅員通路選択率が 90% 前後で横這いとなっていることから、左側通路選択傾向の影響は相対比が 2.0 以下の場合に顕在化するものと思われる。この特徴は、特に、進入路幅員が 10cm（実際の空間で 3.0m に相当）のときより、6cm（同 1.8m に相当）のときに顕著である。

また、左側通路選択傾向の影響は受けているが、相対比 1.3 以上の部分では明らかな広幅員通路選択傾向がみられており、避難時の行動特性として広幅員通路選択傾向（向開放性）の方が、左側通路選択傾向よりも優位に現れることが確認された。

4. 避難方向の判断に必要な情報を制限したことの影響

本研究では、避難方向を判断するための情報を①制限した場合（VTR映像実験）、②制限しない場合（模型シミュレータ実験）、の2つの実験を行った。ここでは、上記の2つの実験方法で得られた結果について比較検討を行う。

図-10にそれぞれの方法による実験での左右通路幅員の相対比と広幅員通路選択率との関係を示す。いずれの実験方法で行った場合でもほぼ同様な傾向が得られるといえる。しかし、相違点として以下の2つを指摘することができる。

- ① VTR映像による実験の方が模型シミュレータによる実験に比べ全体的に高い広幅員通路選択率を示している。
- ② VTR映像による実験では相対比3.0に至るまで広幅員通路選択率が増加している。一方、模型シミュレータによる実験では相対比3.0のときに広幅員通路選択率が低下している。

このような違いが生じた理由は以下のように考えることができる。

情報を制限した実験（VTR映像による実験）ではカメラの視点が固定されていたため、当初の設定通り、被験者に与えられる情報が直線通路から見た左右通路幅員のみに制限された。このため、通路幅員の違いについての情報がより明確に認識された。また、視点が固定されていたため、スクリーンのフレームが左右通路幅員を測るメジャーとなった。すなわち、広幅員通路の場合、T字路のコーナーが先にスクリーンから見えなくなるため、通路幅員の広さが強調された。このような状況が広幅員通路選択傾向を助長したと考えられる。

一方、情報を制限しない実験（模型シミュレータによる実験）では、被験者に与えられる情報が制限されなかったため、避難方向の判断にT字路を曲がった先の状況など、通路幅員以外の要因が影響を与え、広幅員通路選択率を引き下げた。さらに、カメラの視点を自由に換えられたことで、VTR画像の場合のように、スクリーンのフレームが幅員の広さを強調する効果を持たなかった。このため、通路幅員の違い自体の認識が甘くなり、広幅員通路選択率が抑えられた要因になったと推測される。

5. まとめ

避難時の向開放性に焦点を絞り、特にT字路での避難経路選択に通路幅員が及ぼす影響を定量的に把握するため、以下の2つの実験を行った。

図-10 各実験方法における広幅員通路選択率

・避難方向を判断するための情報を制限した場合（VTR映像提示による実験）

・避難方向の判断に必要な情報を自由に探索できる場合（模型シミュレータによる実験）

その結果、広幅員通路の選択傾向が顕在化するための条件として以下の点が明らかになった。

- ① T字路における広幅員通路選択傾向の発現境界域は左右通路の相対比が1.1～1.3の間にある。
 - ② 広幅員通路の選択率が最も高くなるのは左右通路の相対比が1.7～2.5程度の時であり、70%～90%以上の避難者を避難誘導などに頼ることなく自然に広幅員通路に誘導できる可能性がある。
 - ③ 相対比を2.5以上に広くしても、広幅員通路選択率が高くなることは期待できない。
- また、避難行動特性相互の干渉関係として、
- ④ 広幅員通路選択傾向（向開放性）は、左側通路選択傾向よりも優位に現れる。
 - ⑤ いずれの実験方法で行った場合でもほぼ同様な傾向が得られるが、情報を制限した場合の方が広幅員通路選択傾向は顕著になる。

ことが確認された。

本結果は、避難方向の通路幅員が狭い場合、避難方向以外の通路の幅員が避難通路に対して相対比1.3以上であれば、避難通路に避難者が集まるのを期待できないことを示唆している。現状の避難計画では、特に避難誘導によって、狭幅員の通路にも避難者が集まるように計画している。しかし、避難誘導に失敗した場合、広幅員の避難経路ではない通路に想定以上の避難者が集中することになり、過度の滞留が発生するなど、避難安全上重大な問題を起こすことが予想される。以上のことから、避難安全性を確保するためには、避難方向に広幅員通路を配置するように計画することが重要であると考えられる。

本研究でT字路における避難経路選択に通路幅員が及ぼす影響を定量的に示すことができた。今後は十字路など他の通路条件の研究が課題である。

謝 辞

実験を行うに当たって東京工業大学 大野隆造教授に多大な御助言、御助力をいただきました。この場をかりて深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 村上處直, 中村八郎, 高野公男, 松島正幸: 災害空間の考察 (大阪千日デパート火災) その1~その3, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州), PP.503-508, 1971
- 2) 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~その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北陸), PP.573-576, 1974
- 3) 日本火災学会: ホテル・ニュージャパンの火災について, 火災, Vol.32 No.3, PP.22-34, 1982
- 4) 東京消防行政研究会: 火災の実態から見た危険性の分析と評価ー特異火災事例112, 全国加除法令出版, P.742, 1981
- 5) John.L.Bryan: A Review of the Examination and Analysis of the Dynamics of Human Behavior in the Fire at the MGM Grand Hotel, Clark country, Nevada, as Determined from a Selected Questionnaire Population, fire Safety journal, Vol.5 No.3/4, PP.233-240, 1983
- 6) 堀内三郎, 室崎益輝, 淀野誠三, 深谷俊昭: 火災時における避難行動の事例研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東), PP.925-926, 1975
- 7) 室崎益輝: 建築防災・安全, 鹿島出版会, p.192, 1993
- 8) 北後明彦: 建物火災における避難行動事例の類型化とその規定要因の構造, 日本建築学会計画系論文報告集, No.347, PP.28-33, 1985
- 9) 西田佳弘, 堀内三郎, 高橋昭子: 群衆の歩行速度と群衆密度との関係に関する研究ー大阪梅田阪急電車駅構内における階段効果流動についてー, 日本建築学会近畿支部研究報告集, PP.321-324, 1984
- 10) 神忠久: 火災時の人間の行動・生理的反応, 建築技術, No.412, PP.85-91, 1985
- 11) 北後明彦: 煙の中における人間の避難行動実験ー避難経路選択および歩行速度に関する実験的研究ー, 日本建築学会計画系論文報告集, No.353, PP.32-38, 1985
- 12) Jake Pauls: Movement of People in Buildings, An International Review of Two Decades of Reserch and Technology Transfer, CIB86, Vol.7, PP.2982-2991, 1986
- 13) 多田智佳, 大西一嘉, 室崎益輝: 地下街における避難経路選択行動に関する研究, 日本建築学会近畿支部研究報告集計画系, No.34, PP.549-552, 1994
- 14) 飯田稔, 村井健祐: 避難行動に関する研究ー年代層別に見た避難行動特性とその対策ー, 日本火災学会論文集, Vol.42 No.2, PP.17-28, 1995
- 15) 林広明, 室崎益輝, 西垣太郎: 避難経路の想起に影響を与える空間的特徴に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, No.476, PP.1-7, 1995
- 16) 舟橋國男: 対称的な2経路の選択に関する実験的研究, 日本建築学会計画系論文報告集, No.427, PP.65-70, 1991
- 17) M.J.O'Neill: Effects of Familiarity and Plan Complexity on Wayfinding in Simulated Buildings, Journal of Environmental Psychology, Vol.12, PP.319-327, 1992
- 18) 林広明, 池畠由華, 室崎益輝, 西垣太郎: T字路における避難方向の選択に通路幅員が与える影響に関する研究 その1~その2, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道), PP.213-216, 1995

(1996年3月10日原稿受理, 1996年5月9日採用決定)