

# 避難行動の迷路実験結果

山崎文雄\*・永田 茂\*\*・横山秀史\*\*\*・  
大槻 明\*\*\*\*

池袋都民防災教育センターの迷路を用いた被験者実験で収集された人間行動に関する基礎的データを示した。被験者個々の特性と避難実験時の経路選択や方向感覚、迷路からの脱出時間、緊急時の判断力や行動力などの関係を分析した。この結果、40人の被験者の迷路内における行動には、3つの代表的なパターンが観察された。また暗闇でいったん方向感覚を失うと、ある程度の時間はそれらの感覚が戻らないことや、迷路内の明るさや煙の有無などの条件が異なると避難行動が影響を受けることがわかった。

**Keywords:** evacuation experiment, maze, human behavior, examinees, evacuation time

## 1. はじめに

近年の都市の大規模化・複雑化にともない、地震・火災などの緊急時における人間の行動特性を理解することは、防災を考える上で重要になりつつある。緊急時の人間の行動特性を実際に調べる方法としては、過去の災害事例の調査<sup>1)</sup>や被験者実験<sup>2)</sup>などが用いられてきた。このうち、実験の場合には生命の危険がないことが被験者にわかっているために、災害時とは心理的に大きな差が出るなどの問題点があるが、状況設定や必要な情報の収集が容易に行えるなど利点は大きい。このため、著者らは迷路を用いた避難行動実験を行い、その結果に関して報告している<sup>3)</sup>。本文では、文献3)に掲載できなかったもののうち、迷路からの脱出時間や迷路内の行動様式など、緊急時の人間行動を把握する際に重要な資料となる実験結果を、年齢・性別など被験者個々の特性と対応する形で整理して報告する。

## 2. 迷路を用いた避難実験

迷路を用いた緊急時人間行動に関する実験は、東京消防庁池袋都民防災教育センター内の迷路を使用した。実験では、20代から50代までの40人の被験者を集め、同一の被験者に対し2種類の迷路条件のもとで行動を調査した。具体的な実験手順を図-1に示す。なお実験に関する詳細は、文献3), 4)を参照されたい。

## 3. 迷路からの脱出時間に関する検討

脱出時間と性別の関係を見るため、実験ケース1(1回目、煙なし)、実験ケース2(2回目、煙あり)のそれ

\* 正会員 工博 東京大学生産技術研究所助教授  
(〒106 東京都港区六本木7-22-1)

\*\* 正会員 工博 東京大学生産技術研究所講師

\*\*\* 学生会員 工修 東京大学大学院博士課程

\*\*\*\* 正会員 工博 清水建設(株)大崎研究室主任研究員

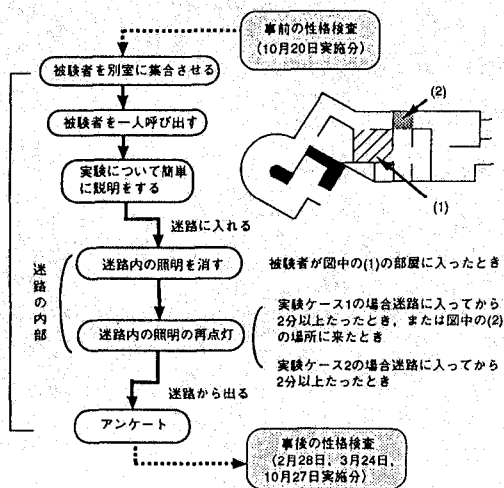
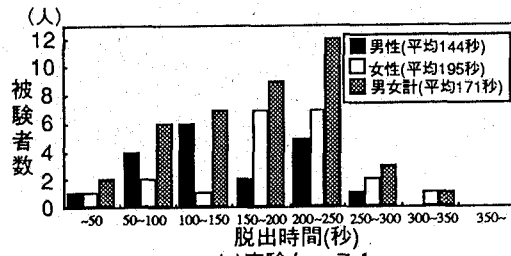


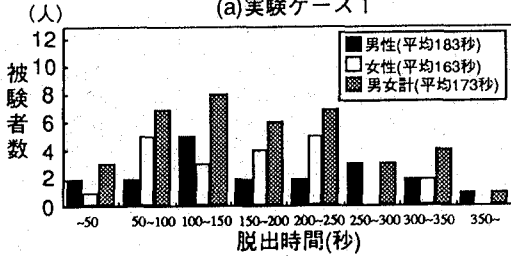
図-1 実験の手順

それぞれについて、図-2(a), (b)に示す男女別の頻度分布図を作成した。被験者全体の平均脱出時間は、実験ケース1、実験ケース2とも約170秒でほぼ同じであった。しかし男女別にみると、実験ケース1では男性の平均脱出時間が女性の平均脱出時間よりも約45秒短いのに対し、実験ケース2では女性の平均脱出時間が約26秒短い。

実験ケース1の場合、男性では50~150秒と200~250秒の2つの山があるのに対し、女性では150~250秒に集まっており、女性の方が個人差が小さい。また、男性のほうが女性よりも脱出時間の短い側へ寄っており、実験ケース1では、男性のほうが早く迷路を脱出していることがわかる。実験ケース2の場合、男性では100~150秒に山があるが、実験ケース1と比較してばらつきが大きい。それに対し女性では50~250秒の範囲にばらついており、男性よりは個人差が小さいが、実験



(a)実験ケース1



(b)実験ケース2

図-2 脱出時間と性別の関係

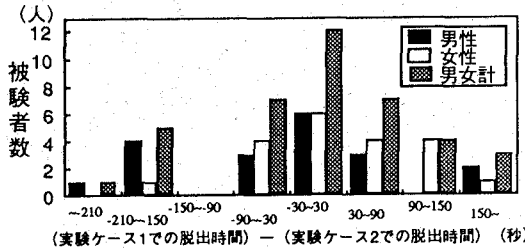
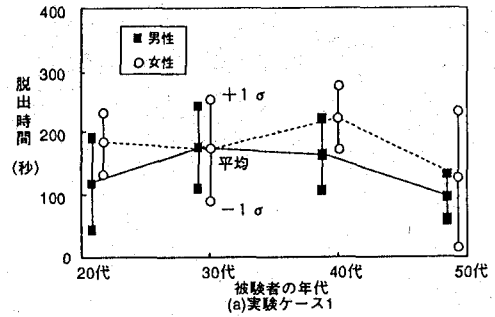


図-3 実験ケース1と実験ケース2での脱出時間の変化

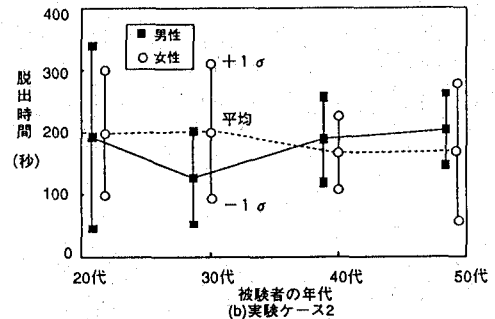
ケース1と比較するとばらつきが非常に大きくなっている。

迷路内環境の変化が行動に及ぼす影響をみるため、実験ケース1と実験ケース2の脱出時間の差を調べた。図-3は、横軸に実験ケース1と実験ケース2の脱出時間の差をとった頻度分布で、横軸の値が正の場合は実験ケース1よりも実験ケース2のほうが早く脱出できた被験者、負の場合は逆に遅くなった被験者である。最も大きな山は-30秒から+30秒の範囲にあり、脱出時間に大きな差のない被験者が多かった。また、実験ケース1より実験ケース2のほうが早かった被験者と遅かった被験者はほぼ同数であった。脱出時間の差が-90秒から+90秒の範囲では男女とも同数であるが、90秒以上早くなった被験者はほとんどが女性で、逆に90秒以上遅くなった被験者はほとんどが男性である。実験ケース1では男性のほうが平均的に早かったのに対し、実験ケース2では女性のほうが早いのは、これらの、極端に早くなった人と極端に遅くなった人が影響したためとわかった。

脱出時間と年齢・性別の関係を調べるため、男女別に各年代の平均脱出時間を図-4に示す。実験ケース1と



(a)実験ケース1



(b)実験ケース2

図-4 男女別、年代別の脱出時間の比較

実験ケース2で脱出時間が大きく異なっている被験者は、若い男性被験者に比較的多い。しかし、今回の実験結果からは年齢による脱出時間の明確な違いは確認できなかった。

#### 4. 迷路内の行動に関する検討

実験で観察された代表的な動線を図-5, 6に実験ケースごとに示す。図中の網掛をした丸は照明を消した場所、白抜きの丸は照明を再点灯した場所を表している。被験者が迷路に入ってから迷路中央の網掛で示した部屋に達するまでの間は、照明は点灯したままであり、迷路の内部は、実験ケース1では明るい状態、実験ケース2では薄暗い状態である。この間の被験者の行動は、迷路内における自分の位置をある程度把握したうえで、開くドアを次々に試し、行き止まりであれば引き返す行動をとっており、被験者間の個人差は小さかった。

これに対し、照明を消して迷路内を完全に暗くした後では、行動に違いが目立った。まず、実験ケース1の被験者39と実験ケース2の被験者17をみると、迷路の壁に沿うような形でほぼ一直線に出口まで達している。迷路から素早くかつ確実に脱出するためには、右手(または左手)を壁から離さないようにして壁伝いに探索する方法が考えられるが、これらの被験者はこの方法を用いたものと思われる。この行動パターンをとった被験者には、意図的に行った人と特に意識せず、たまたま壁伝いに探索した人の2通りであることが質問の結果から明らかになっている。

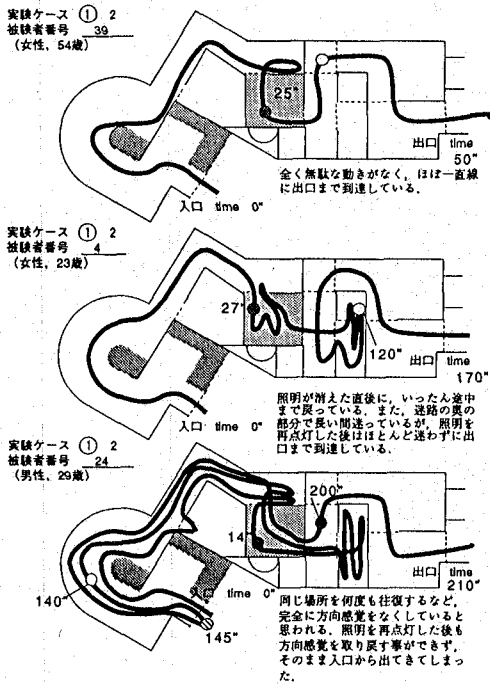


図-5 実験ケース1で観察された動線の例  
(明りもれあり、煙は入れない)

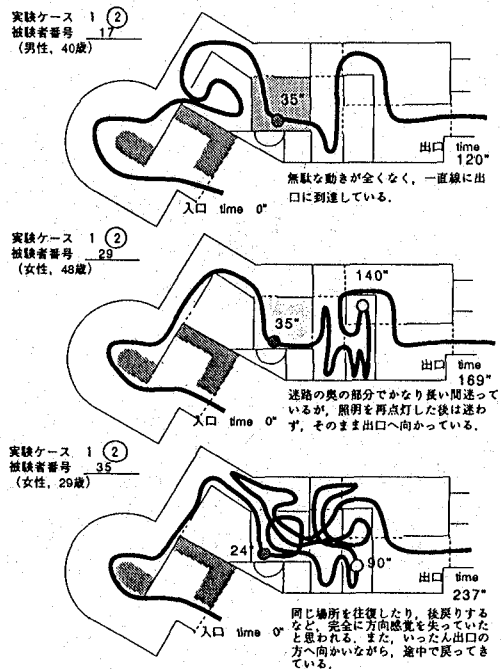


図-6 実験ケース2で観察された動線の例  
(明りもれなし、煙を少量入れている)

次に、実験ケース1の被験者4の動線を見ると、照明が消えた直後にいったん「非常口」の表示灯の場所まで戻った後で前進している。また、迷路の奥にある行き止まりになっている場所で長い間迷っているが、照明を再点灯した後はほとんど迷わずに出口まで達していることがわかる。実験ケース2の被験者29の動線も、後戻りする行動がみられないことを除けば、被験者4の場合とほぼ同様である。これらの被験者は、体系的な探索行動はとっておらず、迷路内が暗くなっている間はかなり迷っている。しかし、照明の再点灯後はすぐに脱出しており、方向感覚は失っていないと思われる。

実験時に最も多くみられたのは、実験ケース1の被験者24や実験ケース2の被験者35のように迷路内で自分の位置がわからなくなり、同じ場所を何度も往復する行動であった。これらの被験者の中には、被験者24のように、入口に戻ってきても見られた。入口に戻ってきた被験者は、実験ケース1の場合、40人中11人であり、これらの被験者のいずれもが出口に到達したものと錯覚していた。また、このように迷路内での自分の位置を把握できなくなった被験者は、照明を再点灯した後もかなり長い時間迷っており、方向感覚や位置感覚を取り戻すには、ある程度の時間が必要になったことがわかった。

実験ケース2の際に観察された特徴的な行動は、被験者35のように、出口の手前にある部屋の所まで到達しているながら引き返す行動がある。このような行動をとっ

た被験者数人に質問したところ、次のことが分った。実験ケース1では、窓からの明りもれがあるほか、出口付近にきたときには照明を再点灯し、迷路内を明るい状態にしていた。そのため、かえって周囲に注意せずに通過してしまい、実際には部屋であるにもかかわらず、迷路の他の場所と同じ、幅の狭い通路であると、漠然と記憶していた。一方、実験ケース2では窓をふさいで明りもれをなくすとともに、照明を消した状態に保ったため、1回目の実験の場合には明るかった出口付近も完全に暗くなっていた。暗闇の中を手探りで探索したため、反対側の壁に手が届かないことから、この場所が通路ではなく部屋であると判断して引き返していた。

### 5. 行動様式にもとづく分析

40人の被験者の迷路内での動線を、実験時の各被験者の行動を充分観察した著者らの主観をもとに分類すると、1) 無駄な動きが全くなく体系的な探索行動によって脱出したパターン(図-5被験者39, 図-6被験者17), 2) 体系的な探索行動はとっていないものの方向感覚は失っていないと思われるパターン(図-5被験者4, 図-6被験者29), 3) 探索行動に系統性がみられないうえ、無駄な動きが非常に多く方向感覚を完全に失っていたものと思われるパターン(図-5被験者24, 図-6被験者35)の3つとなる<sup>3)</sup>。ここでは、主要な3つの行動パターンと被験者の個人特性や脱出時間の関係に関する検討を

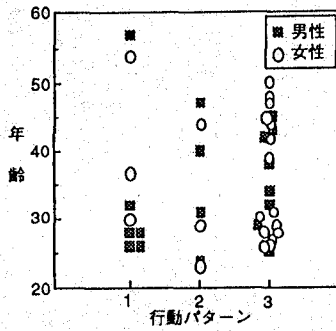


図-7 行動パターンと年齢の関係

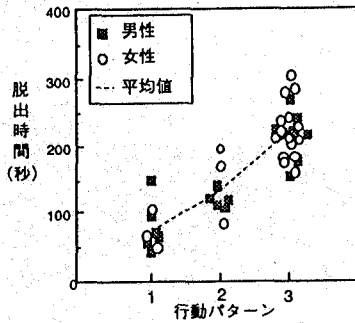


図-8 行動パターンと脱出時間の関係

行った。

図-7は行動パターンと年齢・性別の関係を実験ケース1に関して示したものである。行動パターン1をとった被験者は主に20代の男性被験者であり、行動パターン3には女性被験者が多いことがわかる。また、行動パターン2をとった被験者の数は他の行動パターンに比べて少ない。実験ケース2に関しても同様な検討を行ったところ、年齢・性別のいずれに関しても行動パターンのばらつきは大きかったが、約半数の女性被験者が行動パターン3をとっていることがわかった。

次に実験ケース1で観察された行動パターンと脱出時間の関係を図-8に示すが、行動パターン1, 2, 3の順に脱出時間が長くなっていることがわかる。これは迷路

から脱出するまでの動線が行動パターン1, 2, 3の順に長くなっていることに対応しており、実験ケース2でも同様の結果が得られた。

## 6. まとめ

緊急時の人間の行動特性を調べるため、迷路を使用した避難実験を行った。実験では20～50代の40人の被験者を集め、2種類の異なる迷路内環境における行動を調査した。得られた結果をまとめると以下になる。

(1) 実験で観察された行動は、ある程度体系的な経路探索行動をとって脱出した行動、体系的な経路探索行動はとっていないものの方向感覚は失っていない行動、経路探索行動に系統性がみられない上に方向感覚も完全に失っている行動に分類できた。

(2) 同じ迷路形状であっても、明りもれや煙の有無などの条件が変わると、被験者は全く異なる印象を受け、避難行動に影響した。また、暗闇の中で一度位置感覚や方向感覚を失った場合、明るくなってからもこれらの感覚は、ある程度の時間戻らなかった。

(3) 行動様式や脱出時間は、年齢や性別だけで説明することは困難であり、その他の要因も含めて検討する必要がある。

なお、実験に際し、施設を利用させていただいた東京消防庁池袋都民防災教育センター(細川顕司センター長)の各位、ならびに被験者の皆様に謝意を表する。

## 参考文献

- 1) 松本録樟：昭和7年12月16日火災による白木屋百貨店の災害について、建築雑誌，No.3，pp.407～436，1933.
- 2) 北後明彦：煙の中における人間の避難行動実験，日本建築学会計画系論文報告集，第353号，pp.32～37，1985.
- 3) 横山秀史・永田 茂・山崎文雄・海老原学：迷路実験による緊急時の人間行動特性，土木学会論文集，No.441/I-18，1992.
- 4) 片山恒雄・山崎文雄・永田 茂・横山秀史：緊急時における人間の避難行動に関する研究，東京大学生産技術研究所耐震防災工学研究室，Report No.91-1 (15)，1991. (1991.10.12 受付)

## EXPERIMENT RESULTS OF EVACUATION BEHAVIOR IN A MAZE

Fumio YAMAZAKI, Shigeru NAGATA, Hidefumi YOKOYAMA and Akira OHTSUKI

An evacuation experiment was carried out at the facility of Ikebukuro Life Safety Hall to estimate human behavior in case of disaster. The facility consists of a maze with many doors and movable walls. Brightness and amount of smoke in the maze can be controlled from outside. Sensors equipped at the maze enable us to know the location of examinees. Two cases of experiments with different initial conditions for light and smoke were performed for 40 examinees. During the experiments, the evacuation path and elapsed time were recorded to investigate correlation between the evacuation behavior and characteristics of each examinee.