

# 迷路を用いた人間の避難行動に関する実験—第2報—

An Experiment on Human Behavior during Evacuation using a Maze —Part 2—

横山 秀史\*・片山 恒雄\*・山崎 文雄\*・永田 茂\*

Hidefumi YOKOYAMA, Tsuneo KATAYAMA, Fumio YAMAZAKI and Shigeru NAGATA

## 1. はじめに

池袋都民防災教育センターの迷路を用いた避難実験の結果を報告する。本研究では、主に避難者の心理状態や平常時の個人特性と緊急時の人間行動特性の関係についての基礎的なデータを収集することに重点をおいている。なお、緊急時の人間行動特性に関する実験研究については、すでに生産研究の第42巻第7号で速報しているが、その後に行った被験者実験の結果と合わせて改めて報告する。

## 2. 迷路を用いた避難実験

### 2.1 実験の概要

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の協力を得て行った。同センターは、都民の災害に対する知識、行動力を向上させることを目的として設置されたものであり、地震・煙・救急・消火・通報のそれぞれについて、基本的な体験学習を行う「体験コーナー」が設けられている。

今回の実験では、これらの体験コーナーのうち、煙体験コーナーを使用した。同コーナーは、煙の中での避難行動を体験し、火災時の煙の性質や正しい避難姿勢などを教育するためのもので、煙体験用の迷路を中心とした施設から構成されている。この迷路は、内部の照明や煙の流量などを迷路入口のコントロールパネルで調整できるほか、迷路内での体験者の位置を感知するマット状のセンサー、被験者の姿勢を感知するセンサー、迷路内の音声を収録するマイクなどにより、内部の状況を迷路の外から監視する機能をもつ。

迷路の内部は、多くの壁とドアによって仕切られており、いくつかのドアは鍵がかけられて開かないようになっている。また、ドアの中には窓のついたものがあり、外部からの明かりもれがある。その他、迷路の内部には一ヶ所「非常口」の表示灯があり、その付近はやや明る

くなっている。迷路内の通路部分の幅は約1m、迷路の長さは最短経路で約25mである。迷路の形状と機能を図1に示す。

実験に参加した被験者は、男性19人、女性21人の計40人で、男女比はほぼ等しい。しかし、特に40代、50代の被験者を集めるのは難しく、年齢構成では、20代の被験者がやや多く、50代の被験者は少ない。被験者の職業構成は、男性被験者の大部分と、20代、30代の女性被験者の大部分が会社員、40代以上の女性被験者は主婦が中心である。被験者の年齢、性別構成を図2に示す。実験は、1990年2月28日、3月24日、10月20日、10月27日の4回に分けて行った。被験者への刺激要因としては、(1)迷

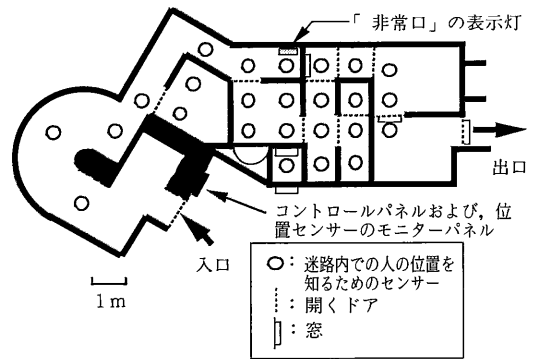


図1 迷路の平面図

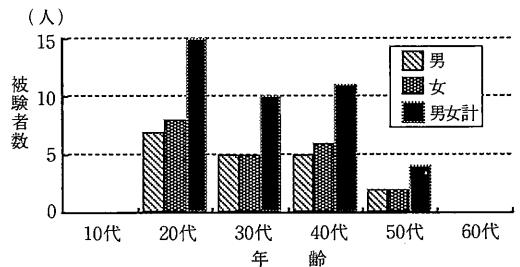


図2 被験者の年齢および性別構成

\*東京大学生産技術研究所 第5部

研 究 速 報

表 1 実験時の迷路内の状態

	迷路の初期状態*			実験時の状態**
	照明	煙の量	明りもれ	照明
ケース 1	明るい	なし	あり	暗い
ケース 2	薄暗い	少量	なし	暗い

\*被験者が迷路に入った直後の状態。  
 \*\*被験者が迷路中央部の部屋に到達したときに設定変更を行った後の状態。  
 煙の量や明かりもれは、変更していない。

路内の照明の状態、(2)迷路内の煙の濃度、(3)迷路内への外からの明かりもれの有無の3つをとり、これらの要因を変えて被験者1人について2ケースの実験を行った。実験の手順は、まず被験者を別室に集合させ、一人ずつ呼び出し、迷路の外から入口と出口の場所を指示した後、実験についての簡単な説明をして、迷路に入れた。迷路に入る前には、「この実験が避難に関するものであること」「内部が迷路状になっていること」「できるだけ早く迷路を脱出すること」の3点を伝えた。

実験ケース1では、最初に迷路内を完全に明るくしておき、煙は全くない状態にしておいた。また、窓はふさがず、外からの明かりもれがある。実験ケース2では、最初に迷路内を薄暗くしておき、煙を少量入れた。また、この実験ケースでは窓をふさいで、外からの明かりもれがない状態にし、被験者が明かりもれの有無によってどのような影響をうけるかを調べた。実験ケースごとの迷路内の状態を表1に示す。

実験時においては、迷路からの脱出に要した時間を測定するとともに、迷路の入口付近にある位置センサーのモニターパネルの前にビデオカメラを設置し、迷路内での被験者の位置に加えて、姿勢感知用センサーや迷路内の音声も合わせて収録した。

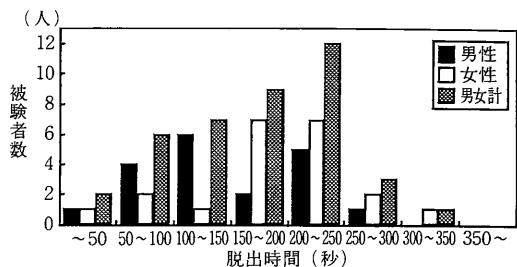
迷路から脱出した直後に、迷路内での行動やその理由、心理状態などを調べるため、アンケートに回答させている。また、被験者の行動と性格の関係を調べるため、一般に広く使用されている2種類の性格検査も被験者に対して行った(詳細は第3報で報告する)。

2.2 実験の結果

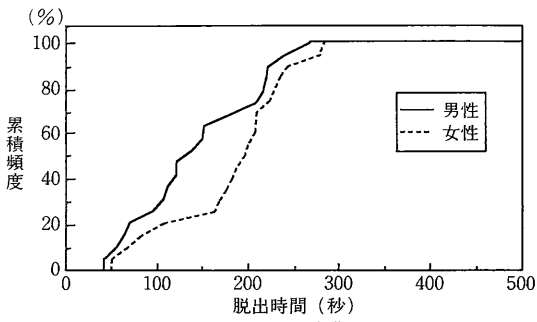
①脱出時間について

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のほうが女性の平均脱出時間よりも約45秒短かったのに対し、実験ケース2では女性の平均脱出時間のほうが約26秒短い。

脱出時間と性別の関係をみるため、実験ケース1の脱出時間について、男女別の頻度分布および累積曲線を図3に示す。この場合、男性では50秒～150秒と200秒～250



(a) 頻度分布



(b) 累積頻度曲線

図 3 脱出時間と被験者の関係(実験ケース1)

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。累積曲線を見ると、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では明らかに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に関しても同様な検討を行っているが、男性では100～150秒に山があり、実験ケース1と比較してばらつきが大きい。これに対して女性は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。累積曲線は、150秒あたりまでは男女ともほぼ同じ傾向であるが、脱出時間が150秒よりも長いところでは女性のほうが早く脱出する側に片寄っていた。

一度迷路に入ったことによる学習効果をみるため、実験ケース1と実験ケース2の脱出時間の変化を調べたところ、脱出時間の差は-30秒から+30秒の範囲にあり、実験ケース1と実験ケース2で脱出時間に大きな差のない被験者がもっとも多かった。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。脱出時間の差は、-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

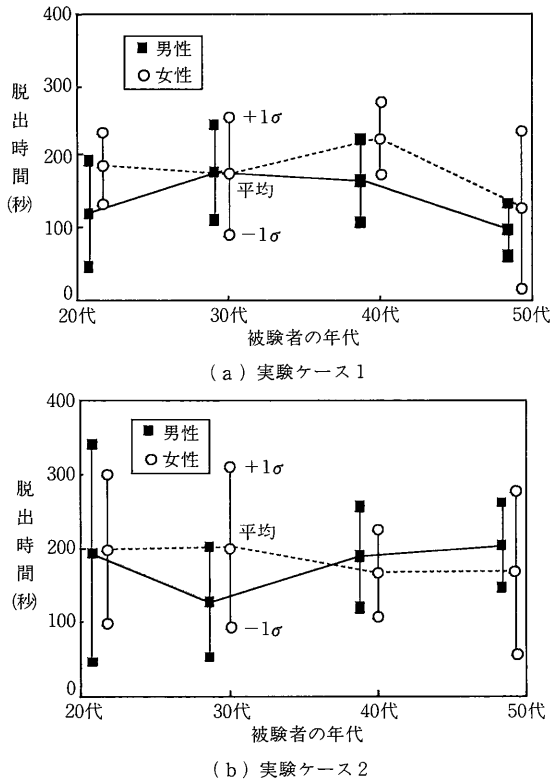


図 4 男女別、年代別の脱出時間の比較

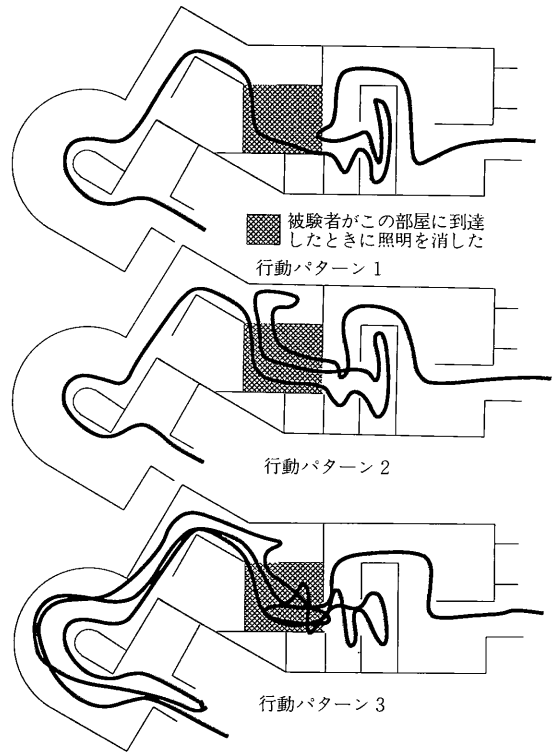


図 5 実験で観測された代表的行動パターン

と極端に遅くなった人が影響したためとわかった。

脱出時間に対する被験者の年齢、性別の影響を別の観点から調べるため、各実験ケースについて、男女別に各年代の脱出時間の平均と1σ限界をとって比較したものが図4である。この図をみると、実験ケース1での脱出時間と実験ケース2での脱出時間が大きく異なっている被験者は、20代、30代の男性被験者に比較的多い。しかし、全体として年齢、性別による脱出時間の違いについてははっきりとした傾向は明らかにできなかった。

②動線について

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(図5)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。それに対し、照明を消し迷路内を完全に暗くした後では、被験者による行動パターンの違いが目立った。照明が消えた後の迷路内での被験者の行動は図5に示す3つのパターンに大別できた。分類の基準は主に、経路探

索行動が体系的かどうか、方向感覚をある程度保持しているか完全に失っているか否かの2点である。

3つの行動パターンのうち、行動パターン1は、同じ場所を何度も往復するなどの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である。迷路から素早く脱出する方法として、右手(または左手)を壁から離さないように壁伝いに探索する方法が考えられるが、行動パターン1の被験者はこの方法を用いたものと思われる。次に、行動パターン2は、体系的な探索行動はとっていないものの、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からわかるように、方向感覚を完全に失っていないと思われるパターンである。行動パターン3は、すべての実験を通じてもっとも多くみられたものであり、探索行動に系統性がみられないほか、無駄な動きが非常に多く、方向感覚を完全に失っていた。このタイプの被験者の中には、入口に戻ってきってしまう例も見られた。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考えていた。

実験ケース2でも、実験ケース1と同様な行動パターンの分類ができるが、特徴的な行動としては出口の手前

研究速報

表2 実験ケース1と2における行動パターンの変化

		実験ケース1			合計
		行動パターン1	行動パターン2	行動パターン3	
実験ケース2	行動パターン1	3(人) 2 5	2(人) 3 5	2(人) 4 6	7(人) 9 16
	行動パターン2	2 0 2	0 0 0	1 2 3	3 2 5
	行動パターン3	1 1 2	3 0 3	5 8 13	9 9 18
	合計	6 3 9	5 3 8	8 3 22	19 20 39

上段: 男性  
中段: 女性  
下段: 男女計

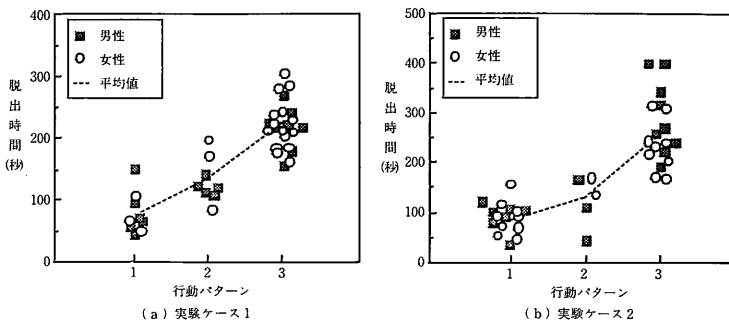


図6 行動パターンと脱出時間の関係

にある部屋の所まで到達していながら引き返す行動が見られた。これは、実験ケース2では出口付近の窓をふさいで明かりもれをなくし、照明も消した状態に保ったため、1回目と同じ場所であっても、全く異なる印象を被験者が持ったことが原因と考える。

各被験者の実験ケースごとの行動パターンの変化の様子を表2に示す。この表より、男性被験者は実験ケース1、実験ケース2の場合とも行動パターンのばらつきが非常に大きいのに対し、女性被験者は実験ケース1においてはほとんどの被験者が行動パターン3(方向感覚を完全に失っていたパターン)であり、実験ケース2においても約半数の被験者が行動パターン3をとっていたことがわかる。また、網掛部分のように行動パターン3から行動パターン2および1に変化したもの、行動パターン2から行動パターン1に変化したものほど学習効果が高いことになる。しかし、行動パターン3の被験者の多くが2回とも行動パターン3をとっており、防災上問題と思われる。

被験者の年齢と行動パターンの関係を調べたところ、実験ケース1の場合、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る。しかし、実験ケース2の場合はばらつきが大きく、はっきりとした傾向はつかめなかった。また、行動パターンと脱出時間の関係を示した図6より、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、迷路を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いる。

3. 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い、実験結果の整理とその解析を行った。実験は、煙を入れず明かりもれもある状態の実験ケース1と、同じ被験者に対して煙を入れ明かりもれも完全にふさいだ実験ケース2の計2回を行った。その結果、迷路内での被験者の行動パターンは、ある程度体系的な経路探索行動をとって脱出した行動パターン1、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パターン2、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パターン3の3つに大別できることがわかった。また、迷路からの脱出時間や迷路内での行動パターンと性別には関係があり、年齢とも関連のあることがわかった。その他、いったん暗闇の中で位置感覚や方向感覚を失った場合、回復するまでには明るくなってからある程度時間がかかることを確認した。さらに、明るい時と暗闇の中では、同じ場所であっても全く異なる印象を受ける場合があり、これが避難行動に影響する可能性があることを確認できた。

(1991年3月25日受理)

参考文献

- 1) 横山秀史・L.クレ・山崎文雄・永田 茂・片山恒雄, 迷路を用いた人間の避難行動に関する実験, 生産研究, 第42巻, 第7号, 1990.

.....