

迷路を用いた人間の避難行動に関する実験

An Experiment on Human Behavior during Evacuation using a Maze

横山 秀史*・L.クレ*・山崎 文雄*・永田 茂*・片山 恒雄*

Hidefumi YOKOYAMA, Laurence CRET, Fumio YAMAZAKI, Shigeru NAGATA and Tsuneo KATAYAMA

1. はじめに

都市や地域の防災計画の立案や防災教育の実施などにおいて、地震火災などの緊急事態発生時における人間の行動特性を理解することは重要な意味がある。そのための試みの第一歩として、迷路を用いた被験者による避難実験と、それに関するアンケートを行った。本報告では、これらの結果を分析することにより、緊急時における人間の行動特性を把握し、行動に影響を与える要因を抽出することを試みた。

2. 迷路を使用した避難実験

池袋市民防災教育センター内の煙体験コーナーを使用して、避難実験を行った。このコーナーは迷路となっている。内部には多くのドアがあり、そのうちのいくつかは施錠されている。また、内部の煙の量や明るさは、外からコントロールできるようになっている。迷路の外観を図1に示す。被験者は11人で、明るさや煙の量を変えて一人につき3ケースの実験を行い、あわせて、各ケー

スごとにアンケートを行った。図1の白丸の位置にはセンサーが設置されており、外部のモニターで被験者の位置を知ることができるようになっている。各ケースの実験条件を表1に示す。

今回の実験で得られるデータは、迷路内での被験者の動き、および迷路を抜けるまでの時間である。表2に各ケースごとの、各被験者の所要時間と、それによる被験者のグループ化の結果を示す。

実験中の迷路内の人の動きには、いくつかの特徴的な行動が見られた。まず、明かりがついている時にみられる行動は、比較的冷静なものであった。すなわち、開くドアを次々に試し、行き止まりであれば引き返す、というものである。それに対し、明かりが消えている時には、同じ場所を何度もさがしたり、入口に戻ってきてしまうなど、かなりランダムな行動がめだった。入口に戻ってきた被験者は5人であったが、それらの全員が出口に着いたと思っていた。また、このような行動パターンは、再点灯後も大きな変化がなかった。

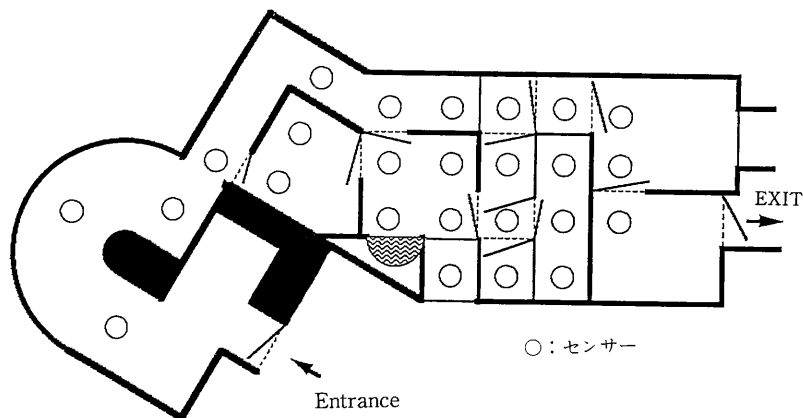


図1 迷路の平面図

*東京大学生産技術研究所 第5部

研究速報

以上の事実から、暗闇の中でいったん迷ってしまうと、再び明るくなったとしても、位置感覚や方向感覚を取り戻すのが非常に困難であること、また、場所を記憶するのが困難であり、特に、暗闇の中であったり特別の目印がなかったりする場合にはほとんど不可能であること、などが明らかになった。

3. アンケートの結果とその分析

実験時の被験者の心理状態や行動の根拠を調べるため、各ケースの終了時にアンケートを行い、結果を数量化理論を用いて分析した。今回の分析で使用したのは、第1回の実験終了時に行ったアンケートの結果である。分析を行うにあたって回答の再カテゴリ化を行った。分析に使用した質問項目およびその回答は、再カテゴリ化の結果とあわせて表3に示す。

3.1 数量化理論第二類を使用した分析

被験者の脱出時間を外的基準として、数量化理論第二類による分析を行った。この分析は、アンケートへの回答パターンから、回答者が、早く脱出するグループ、普通のグループ、遅いグループのどれに該当するのかを推

定することを目的としている。表4は、分析の結果を示したものである。各アイテムの影響の度合は、偏相関係数やカテゴリウエイトのレンジの値でみることができる。また、グラフは、各アイテム内でのカテゴリの傾向を示しており、右寄りであれば脱出に時間がかかるほうに、左寄りであれば早く脱出できるほうに影響する。これらの結果から、全体的に焦りが脱出時間にかなり影響していること、特に、開かないドアに出会ったり、なかなか出られなかったりしたときにも冷静でいられるかどうかが大きく影響することなどがわかった。

3.2 数量化理論第三類を使用した分析

質問項目に対する反応パターンによって回答者を分類するため、数量化理論第三類による分析を行った。表5は、固有値および累積寄与率である。この表より、第3主軸までで累積寄与率が約78.8%に達しており、もとの情報の約八割を再現できていることがわかる。そこで、今回は、第3主軸までを分析の対象とした。表6は、各主軸に対するカテゴリの因子負荷量(カテゴリウエイト)である。カテゴリの内容および因子負荷量を考えると、第1主軸は焦りやすさに関する主軸、第2主軸はドアに対する依存度に関係の深い主軸、第3主軸は場所や方向がわからなくなることにに対する反応に関係の深い主軸である、といえる。

図2(a),(b)は、サンプルスコアをそれぞれ、第1主軸—第2主軸、第1主軸—第3主軸についてプロットした散布図である。縦軸は第1主軸で、下にいくほど焦りを感じやすい人である。また、横軸は図2(a)では第2主軸で、右にいくほどドアに対する依存度が大きいことを表している。また、図2(b)では横軸が第3主軸になって

表1 実験条件

	迷路の初期状態 明るさ	煙の量	外部からの 明りもれ
第一回	明るい	なし	あり
第二回	薄暗い	多少	あり
第三回	薄暗い	多少	なし

※各回とも途中で明かりを消し、内部を完全に真っ暗にする。

表2 各被験者の所要時間

被験者番号	年齢	性別	所要時間			一回目の脱出時間 によるグループ化*
			第一回	第二回	第三回	
No.1	32	男	1'35"	1'03"	———	1グループ
No.2	26	男	2'30"	1'50"	2'50"	2グループ
No.3	23	女	2'50"	3'32"	———	2グループ
No.4	50	男	2'02"	4'07"	2'46"	1グループ
No.5	28	男	1'05"	3'12"	5'15"	1グループ
No.6	28	女	3'29"	2'20"	2'50"	3グループ
No.7	45	男	4'00"	2'00"	4'19"	3グループ
No.8	37	女	1'50"	5'00"	1'58"	1グループ
No.9	42	男	2'33"	3'13"	1'21"	2グループ
No.10	27	女	4'05"	3'10"	5'12"	3グループ
No.11	31	男	2'20"	1'13"	5'55"	2グループ

*) 1グループ：早く脱出したグループ
2グループ：普通のグループ
3グループ：遅いグループ

研究速報

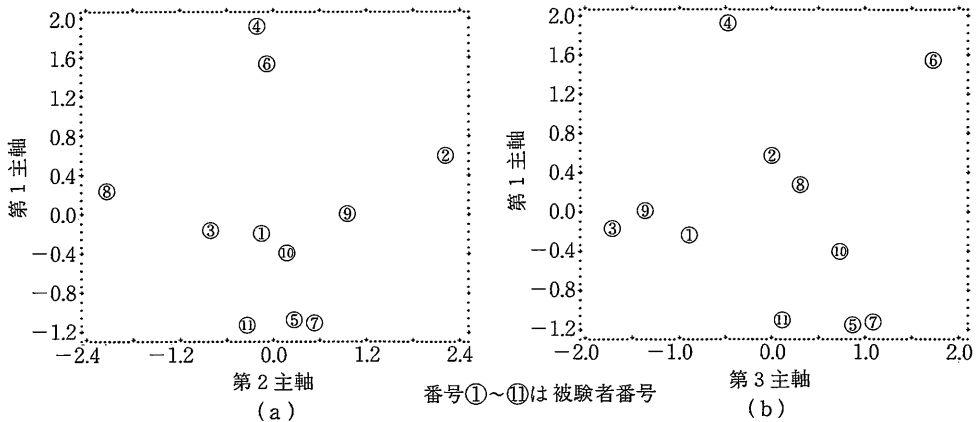


図2 数量化理論第3類による分析の結果

表5 固有値と累積寄与率

主軸	相関係数	固有値	累積寄与率
1	0.605	0.366	36.6%
2	0.476	0.227	59.3%
3	0.441	0.194	78.8%
4	0.384	0.147	93.5%
5	0.243	0.059	99.4%

表6 カテゴリウエイト

アイテム	カテゴリ	カテゴリウエイト		
		第一主軸	第二主軸	第三主軸
Q 1	A11	0.143	-0.860	-0.962
	A12	-0.171	1.032	1.154
Q 2	A21	1.105	-1.403	-0.473
	A22	-0.921	1.170	0.394
Q 3	A31	-0.566	-0.672	1.706
	A32	0.679	0.806	-2.047
Q 4	A41	-0.864	-0.610	-0.628
	A42	1.512	1.068	1.098
Q 5	A51	-0.962	-0.828	0.066
	A52	1.684	1.449	-0.116
Q 6	A61	-0.786	0.636	-0.439
	A62	2.097	-1.696	1.171

おり、右にいくほど場所や方向を見失うことに反応しやすい人であることを表している。

4. ま と め

防災教育センターの煙体験コーナーを利用して、被験者による避難行動の実験を行い、この実験およびアンケート結果の分析によって、避難時の人間行動に影響を及ぼす要因の抽出を行った。その結果、特に焦りが避難行動に大きく影響することがわかった。今回の実験は訓練用の施設を利用して行われたものであり、実際の状況における行動や心理状態とは必ずしも一致しないであろうが、人間の基本的な行動特性や反応特性などは、ある程度反映されていると思われる。今後は、今回得られたような、避難時の行動に影響を与える要因を考慮した人間行動モデルの構築を行っていく予定である。

5. 謝 辞

実験にご協力いただいた、東京消防庁池袋都民防災教育センターと、被験者の方々に心から感謝いたします。また、実験を行うにあたっては、清水建設㈱大崎研究室の大槻明氏および海老原学氏に多大のご協力をいただきました。記して謝意を表します。

(1990年4月25日受理)

表3 質問項目一覧

アイテム	選 択 肢	回 答 数	再カテゴリ化後のカテゴリ名
Q 1 真っ暗になった時にまず最初にどのように行動しようとしたか	1. その場にじっとしていようと思った 2. 出口の方向に進もうと思った 3. 後戻りしようと思った 4. 手あたりしだいに、開くドアをさがそうとした 5. その他	0 □□ 2 □□ 2 □□□□ 5 □□ 2	A11 A11 A11 A12 A11
Q 2 暗いときには、一番何を頼りに行動しましたか	1. 開けることができるドア 2. 出口に対する方向感覚 3. 明かりが漏れている場所 4. 壁 5. 誘導灯の灯り 6. その他	□□□□□ 6 0 □ 1 □□□ 3 □ 1 0	A22 A21 A21 A21 A21 A21
Q 3 自分の位置がわからなくなり、進むべき方向がわからなくなったとき、どの程度の焦りを感じましたか (5段階評価)	1. かなり焦った 2. . 3. 少し焦った 4. . 5. 全く焦らなかった	□□□ 3 □□□ 3 □□□□ 5 0 0	A31 A31 A32 A32 A32
Q 4 暗くなったとき、どの程度の焦りを感じましたか (5段階評価)	1. かなり焦った 2. . 3. 少し焦った 4. . 5. 全く焦らなかった	□□□□□ 5 □□ 2 □□□□ 4 0 0	A41 A41 A42 A42 A42
Q 5 出られないまま時間が経っていくとき、どの程度の焦りを感じましたか (5段階評価)	1. かなり焦った 2. . 3. 少し焦った 4. . 5. 全く焦らなかった	□□□ 3 □□□□ 4 □□□□ 4 0 0	A51 A51 A52 A52 A52
Q 6 開くと思っていたドアが開かなかったときどの程度の焦りを感じましたか (5段階評価)	1. かなり焦った 2. . 3. 少し焦った 4. . 5. 全く焦らなかった	□□ 2 □□□□□□ 6 □□□ 3 0 0	A61 A61 A62 A62 A62

表4 数量化理論第二類による分析の結果

アイテム	カテゴリ	カテゴリ ウエイト	レンジ	偏相関係数	グラフ
Q 1	A 11	0.622	1.368	0.677	
	A 12	-0.746			
Q 2	A 21	1.337	2.450	0.580	
	A 22	-1.114			
Q 3	A 31	1.269	2.792	0.668	
	A 32	-1.523			
Q 4	A 41	0.021	0.057	0.033	
	A 42	-0.036			
Q 5	A 51	-1.326	3.647	0.739	
	A 52	2.321			
Q 6	A 61	1.430	5.242	0.757	
	A 62	-3.813			