経路図に付加された避難順路が避難行動に及ぼす影響に関する心理学的考察 —マルチメディア技術を利用した避難誘導システムの開発 その3—

A PSYCHOLOGICAL STUDY OF THE EFFECTS OF SUGGESTED ROUTES MAP ON EVACUATION BEHAVIOR

—A development of evacuation guidance-system based on multimedia technology Part III—

掛井 秀一*, 佐藤 博臣**, 佐野 友紀***, 佐古 順彦****

Hidekazu KAKEI, Hiroomi SATOH, Tomonori SANO
and Toshihiko SAKO

Since our societies have diverse people and built environments, studies must be needed to develop systems assuring people's safety in potential emergent situations. We have developed a multimedia guidance system available in evacuation. In this paper, we compared the guiding effectiveness of three spatial information presentations: (1) the arrow indicating the direction of movement, (2) the floor-plan map with the present place and the exists, and (3) the map with the suggested route from the present place to the nearest available exit.

The results showed that the third was the best in giving successful guide and spatial knowledge to the subjects.

Keywords : multimedia, evacuation, navigation, dynamic guidance system

マルチメディア、避難、ナビゲーション、動的誘導システム

1. はじめに

大規模開発で建設された複合施設や内部空間の高度利用が進んだ駅施設では空間構造が入り組み複雑になっていることが多い。そのため、これらの施設では利用者が自身の位置を見失ったり方向感覚を喪失して迷子になり易い。このことは緊急時避難を考えた場合、人命の安全性を大きく損なう要因となる。空間構造が複雑化した建築では緊急時避難における安全確保に対する新たな取り組みが求められている。

筆者らは以上の認識の下、性能規定設計や積極誘導に対応するため、不特定多数が利用する建築空間内での避難を対象としたマルチメディア型誘導システムの開発を目指し、緊急時の誘導情報提供方式に対する避難者の行動に関する心理学的知見^[1]を得るためにCGによる空間情報提示を用いた実験研究を実施してきた(図1)。

既報(その1)^[2]で取り上げた実験1では事前学習形態3群(経路図学習、移動学習、未学習)と誘導情報形態3群(矢印情報、経路図情報、デュアル情報)の2要因計画(3×3)で9つの実験群を設定し、これらの要因が避難者の行動及び心理に及ぼす影響を検討した。その結果、視野内の通路へ投影された矢印(図1-c)はフロアプランタイプの経路図(図1-d、以下経路図A)よりも避難行動の早期完了には有効であること、しかし、空間構造に関する情

報の獲得により為されるサーヴェイマップタイプの認知地図^{[2], 2)}

の構築には経路図が優れていることが明らかにされた。また、誘導情報には「安心させる」という機能も求められており、その点に関しては矢印ではなくサーヴェイマップタイプの認知地図の構築に有利な経路図が有効であることがわかった。

既報(その2)^[3]で取り上げた実験2では事前の空間学習は行わず避難開始時の身体方向2群(整列・非整列)と経路図の提示方式2群(回転、固定)の2要因計画(2×2)で4つの実験群を設定し、これらの要因が避難者の行動及び心理に及ぼす影響を検討した。この実験では最寄りの非常口までの順路を付加した経路図(図1-e、以下経路図B)を誘導情報として採用した。順路を付加することによりフロアプランが提供する空間構造の情報と同時に矢印が与える方向の情報も提供することが可能になり、経路図Aの短所を補うことができると考えたためである。実験の結果、経路図に表示された順路は経路図の提示方式の差異の効果を緩和する働きがあること、経路図の見え方そのものではなく「固定」であるという事前の知識が避難開始直後の避難者の情報取得に効果を及ぼすことが明らかにされた。

今回の論文では、実験1で得られた矢印及び経路図Aに関するデータと実験2で得られた経路図Bに関するデータとを直接比較する

* 徳島大学総合科学部 助教授・工修

** ㈱イー・アール・エス 部長・博士(工学)

*** 早稲田大学人間科学学術院 助教授・博士(工学)

**** 早稲田大学人間科学学術院 教授・文修

Assoc. Prof., Faculty of Integrated Arts and Sciences, The University of Tokushima, M. Eng.

General Manager, ERS, Dr. Eng.

Assoc. Prof., Faculty of Human Sciences, Waseda University, Dr. Eng.

Prof., Faculty of Human Sciences, Waseda University, M. Lit.

図1 CGによる空間提示を採用した避難実験

ことによって、両者の情報を提供すると思われる経路図Bが矢印と経路図Aのメリットを相殺することなく、避難誘導に有効な情報提示形態となり得るのか検証する。

2. 方法

2.1 実験概要

避難における問題解決過程に関するデータを取得するため、実験1及び実験2では被験者に避難課題を課した。

避難課題では、後述する実験ステージに1つの出発点と3つの非常口を設け、マウス操作により空間内を移動し、できるだけ早く非常口に辿り着くことを求める(図1-a)。任意の2つの非常口を経由して3つめの非常口に到達することで課題は終了する。被験者には3つの非常口すべてを巡らないと課題が終了しないことは告げられない。1つめ、2つめの非常口では他の非常口へまわることを促すメッセージが表示され、3つめの非常口で避難が完了した旨のメッセージが表示される。

避難行動中はキーボード上に割り当てられたキーを押して情報請求を行うことで誘導情報が提示される。被験者からの情報請求により実験1では矢印または経路図Aが、実験2では経路図Bがモニターに提示される。経路図Aは出発点と現在位置が表示されるフロアプランタイプの経路図である(図1-d)。経路図Bは現在位置と利用可能な最寄りの非常口までの避難順路が表示される経路図である(図1-e)。

避難行動中の情報請求は任意のタイミングで可能であり、回数に制限は設けない。

2.2 実験セッティング

1) 実験ステージ

避難課題において避難対象となる実験ステージはモニターに表示

表1 被験者配置

		誘導情報形態			合計
		矢印	経路図A	経路図B	
性別	男	5	5	5	15
	女	5	5	5	15
合計		10	10	10	30

されるCGで描かれた3D空間(50m×50m×2.5m)である(図1-b)。CGで構成された3D空間においても空間学習、空間探索に必要な空間情報は十分得られることが先行研究により示されている⁴⁾。また、筆者らの実験においても50m程度であればCGによりシミュレートされた建築空間内における距離感、実際の物理空間における距離感と同様であることが確認されている⁵⁾。

ICD^(注3), 6)によりこのフロアプランの複雑さを定量化すると2.71となる。「デュオこうべ地下街」のICD値は2.88、「横浜駅東口地下街ポルタ」のICD値は3.06であり、この実験ステージのフロアプランの複雑さは実在の地下街と同程度であると言える。

図1-bに示したように実験1と実験2とでは出発点の位置が多少異なっているが、データ比較ではこのことが影響を及ぼさないように配慮を行った。今回の比較の対象とした実験1の被験者は全員、避難開始直後の移動で実験2の出発点を通過した。よって、後述する移動時間、避難所要時間、行程距離からは、実験1の被験者が避難を開始してから実験2の出発点に至るまでに要した移動時間、及び移動距離を差し引いている。また、実験1の被験者が避難を開始してから実験2の出発点に至るまでに情報請求など分析対象となるような事象は発生しなかった。

2) 被験者

表2 要因の効果及び各反応平均値

反応		誘導情報形態要因								
		矢印		経路図A		経路図B		F値	p値	有意性検定
a. 移動時間	(秒)	135.6	(31.8)	177.5	(72.9)	121.6	(44.1)	3.067	0.063	†
b. 情報取得時間	(秒)	20.1	(9.7)	103.8	(87.4)	27.6	(15.0)	8.084	0.002	* *
c. 避難所要時間	(秒)	155.7	(40.1)	281.3	(159.1)	149.2	(56.4)	5.522	0.010	* *
d. 行程距離	(グリッド)	44.0	(5.1)	50.6	(12.9)	44.8	(6.9)	1.620	0.217	
e. 非常口選択傾向	—	—	—	—	—	—	—	—	—	* *
f. 情報請求回数・序盤	(回)	5.8	(2.9)	5.5	(3.2)	3.5	(1.8)	2.125	0.139	
情報請求回数・中盤	(回)	4.5	(2.0)	4.5	(3.3)	2.6	(1.5)	2.091	0.143	
情報請求回数・終盤	(回)	4.8	(0.9)	3.3	(3.3)	2.0	(0.9)	4.662	0.018	*
g. 情報量／回数	(シャノン)	1.6	(0.4)	2.3	(0.9)	3.2	(1.9)	4.401	0.022	*
h. 情報取得時間／回数	(秒)	1.3	(0.4)	7.3	(1.2)	3.7	(1.5)	71.556	<.0001	* *

() 内：標準偏差

* *: $p \leq .01$, * : $p \leq .05$, † : $p \leq .1$

誘導情報の形態のみが独立変数となるように、今回の分析では実験1の「未学習×矢印情報」群及び「未学習×経路図情報」群、実験2の「整列×回転」群を対象とした。それぞれの実験群の被験者数はいずれも10名(男女各5名)である(表1)。

3) 事前の空間学習

実験2では避難開始前の避難空間に関する情報は一切与えられない。よって、実験1の実験群のうち事前の空間学習を行わない「未学習」群のデータを採用した。

4) 避難開始時の身体方向

実験1では被験者の避難開始時における身体方向は避難方向と一致している。よって、実験2の実験群のうち開始時の身体方向が避難順路と一致している「整列*」群のデータを採用した。

5) 経路図の提示方式

実験1では経路図は移動とともに変化する被験者の身体方向に応じて情報請求時の被験者の身体方向が常にディスプレイ上で真上になるように表示される。よって、実験2の実験群のうち経路図が被験者の身体方向に応じて回転して提示される「回転」群のデータを採用した。

6) 手続き

インターフェイスに対する慣れによる個人差を減少させるため、避難課題開始前に各被験者へ移動方法、情報請求方法、誘導情報の提示のされ方を教示し、実験ステージとは異なる3D空間でマウス操作による移動、誘導情報の請求を被験者自らに練習させた。この練習における開始時の身体方向、行動中に提示可能な誘導情報の種類、誘導情報の提示方式は避難課題実施時と同じ条件としている。

被験者が移動に要した時間と提示情報から情報を読み取り取得している時間とを区別するため、情報を提示しながらの移動はできないようにした。

避難開始からの時間経過を被験者が意識するように、メトロノーム音を再生した。避難が早期に終了することを誘発するため避難開始後3分と6分の時点でメトロノームのピッチを短くした。

2. 3 反応

表2には今回の分析で取り上げる反応を記した。それぞれの反応の定義は次の通りである。

a. 移動時間¹⁴⁾：避難行動中、実際に移動に費やした平均時間

b. 情報取得時間：避難行動中、誘導情報を提示している平均時間

c. 避難所要時間：出発点から3つめの非常口に辿り着くまでに要した平均時間

d. 行程距離：出発点から3つめの非常口に到達するまでに移動した平均距離

e. 非常口選択傾向：3つの非常口の巡回パターン

f. 情報請求回数・X：Xに於いて誘導情報の提示を請求した平均回数(X=序盤、中盤、終盤)

g. 情報量／回数：情報請求1回につき移動したルートに含まれる選択可能経路数より計算されるShannonによる情報量の平均値

h. 取得時間／回数：情報請求1回につき情報を提示している平均時間

反応f. に於けるXには反応の説明末尾に記した区間(序盤、中盤、終盤)が適宜代入される。「序盤」は被験者の避難行程を3等分した最初の区間を、「中盤」は被験者の避難行程を3等分した中間の区間を、「終盤」は被験者の避難行程を3等分した最後の区間を意味している。

反応g. では情報請求1回当たりの経路探索行動に対する誘導情報の効果を定量化するため、1回の情報請求で移動したルートに含まれる選択可能通路数をパラメータとしたShannonによる情報量の平均を算出した。

・1回の移動で通過した分岐点及び曲がり角の数をn

・分岐点(または曲がり角)iに接続する通路の数を X_i

・誘導情報が与えられなかった場合、避難者は等確率で通路を選択する

とすれば、この時の情報量I(シャノン)¹⁵⁾は

$$I = \log_2 X_1 + \log_2 X_2 + \cdots + \log_2 X_n \quad \cdots (式1)$$

となる⁷⁾。

情報量は、誘導情報など空間に関する知識が与えられず、ランダムに空間内を移動をした場合に避難者が実際に移動したルートと同じルートが選択される確率の減少関数となる。よって、情報量はその数値が高いほど偶然には選択されにくいルートが選択されたことを示しており、情報請求1回当たりの経路探索行動に対する誘導情

図2 移動時間

報の効果を現していると考えた。

誘導情報の請求により獲得される情報量は「目的地にたどり着くまでの経路選択に関する不確かさ」を現す情報エントロピーを用いて、

$$(\text{情報量}) = (\text{誘導情報請求前の情報エントロピー})$$

$$- (\text{誘導情報請求後の情報エントロピー})$$

と計算することも出来る。しかし、「矢印」群の被験者は誘導情報である矢印から避難経路全体の情報を取得することは不可能である。また、「経路図A」群及び「経路図B」群の被験者も多くの場合で誘導情報である経路図から意識して取得しようとする情報は、目的地にたどり着くまでの経路選択すべての情報ではなく、その一部に関する情報だと考えられる。よって、情報量の算出に於いては「目的地にたどり着くまでの経路選択に関する不確かさ」である情報エントロピーは用いず、(式1)を採用した。

情報エントロピーを用いて算出される誘導情報の情報量は通過した経路には拘わらず誘導情報による移動開始地点と移動終了地点から一意的に算出される。このため被験者がどのような経路選択を行ったかという移動のプロセスが情報量には反映されない。一方、(式1)で算出される情報量は通過した経路が違えば異なる値を取り得るため避難者の移動のプロセスが反映されていると言える。

情報量/回数の計算では、その時点で目的地となり得る非常口までの最短ルートが選択されなかった移動についてはデータとして採用しなかった。また、その地点から目的地となり得る非常口を見通すことができる分岐点及び曲がり角の通過についてもデータとしては考慮しなかった。

「矢印」群及び「経路図B」群では、誘導情報に従えば、その時点で目的地となり得る非常口までの最短ルートを移動することとなる。それにも拘わらず、最短ルートを移動していない場合の理由としては「誘導情報を上手く読み取ることが出来なかった」という認知段階のエラーと「(情報は上手く読み取れたが実際の避難行動中に曲がり角を見落とすなどして) 指示とは異なる移動をしてしまった」という行動段階のエラーとが考えられる。認知段階のエラーについては、その種のエラーが起こることも含めて誘導情報の特徴と捉えることも出来るが、行動段階のエラーについては、その発生理由を誘導情報のみに帰すことは出来ない。また、情報量/回数による分析の目的は誘導情報の情報提示能力に関する検討である。従って、その時点で目的地となり得る非常口までの最短ルートが選択されなかった移動についてはデータとして採用しなかった。

図3 情報取得時間

図4 避難所要時間

最短ルートを選択した場合の移動のみをデータとして採用したため、結果的に情報量は誘導情報による移動開始地点と移動終了地点が同じであれば同一の値となっている。しかし、このことは情報量を情報エントロピーからではなく(式1)により求めることの意義を損なうものではない。

既に目的地が目に見えている移動の場合についても、その移動から計算された情報量は誘導情報の効果を現しているとは言えないので分析データからは除外した。

2. 4 分析方法

上記の各反応を従属変数、誘導情報の形態を独立変数とする1要因の分散分析結果を表2に示した。

帰無仮説「各実験群間の平均値が等しい (e. の場合は『各実験群間での非常口巡回パターンの生起確率が等しい』)」が有意水準1%で棄却される場合を「**」で、5%で棄却される場合を「*」で、10%で棄却される場合を「+」で示した。但し、「e. 非常口選択傾向」に対しては各要因がパターン生起に及ぼす効果についてχ自乗検定を行なった^(注6)。e. に関する分割表分析統計量は次の通りである。

$$\chi^2 = 12.0, \text{ df} = 2, p = 0.0025$$

以下では、帰無仮説が有意水準5%または1%で棄却される場合を「有意差が認められる」あるいは「有意である」、帰無仮説が有意水準10%で棄却される場合を「有意な傾向が見られる」として考察を行っている。

3. 結果と考察

3. 1 移動時間・情報取得時間・避難所要時間

図5 非常口選択傾向

移動時間に対し「誘導情報形態」の効果が有意な傾向が見られた(図2)。下位検定を行ったところ^{※7)}、経路図Aと経路図Bに有意差が認められ、矢印と経路図Aに有意な傾向が見られた。

情報取得時間に対し「誘導情報形態」の効果が有意であった(図3)。下位検定を行ったところ、「矢印」群と「経路図A」群、「経路図A」群と「経路図B」群に有意差が認められた。「経路図A」群の情報取得時間は103.8秒と、「矢印」群の情報取得時間の20.1秒、「経路図B」群の情報取得時間27.6秒と比較して突出している。これは経路図Aでは提示された誘導情報より避難順路を読み取る事への負担が大きいことを反映したものであると考えられる。

避難所要時間に対し「誘導情報形態」の効果が有意であった(図4)。下位検定を行ったところ、「矢印」群と「経路図A」群、「経路図A」群と「経路図B」群に有意差が認められた。「経路図A」群の避難所要時間は281.3秒と、「矢印」群の避難所要時間の155.7秒、「経路図B」群の避難所要時間の149.2秒の約2倍である。

これらより避難行動を早期に完了させるという目的に対し、経路図Aは他の情報形態に比べ効果が低いことがわかった。また、移動時間、情報取得時間及び避難所要時間について「経路図B」群と「矢印」群間には有意な差は認められず、且つ、「経路図A」群の値と比較した場合、両者の値は近似している。従って、矢印と経路図Bは避難を早期に完了させるという目的に対して、同等の効果を有することがわかった。

3. 2 行程距離・非常口選択傾向

行程距離に対しては「誘導情報形態」の効果が認められなかった。

非常口選択傾向に対し「誘導情報形態」の効果が有意であった(図5)。「経路図A」群では半数の被験者がBACパターンを、残りの半数の被験者がBCAパターンを選択したが、「矢印」群、「経路図B」群で選択された巡回パターンはBACのみであった。

実際に避難をする経路では非常口Bから非常口Aの距離は非常口Bから非常口Cまでの距離に比べ僅かながら短い。しかし、直線距離では両者は等しくなる。このため経路図に避難順路が示されない「経路図A」群では非常口Bから非常口Cまでは非常口Aまでよりも遠くはないと判断した被験者がBCAパターンで非常口を巡回したと考えられる。一方、「経路図B」群では、順路が示されない場合には半数の被験者が2番目の非常口として非常口Cを選択する程

図6 情報請求回数経時変化

非常口Bから非常口Aの距離と非常口Bから非常口Cまでの距離との差は僅かであるにも関わらず、順路が示されるために被験者全員が2番目の非常口として非常口Aを選択している。このことは経路図Bは矢印と同様に、経路図Aよりも強力な誘導の機能を有していることを示している。

3. 3 情報請求回数経時変化

情報請求回数・終盤に対し「誘導情報形態」の効果が有意であった(図6)。下位検定を行ったところ、「矢印」群と「経路図B」群に有意差が認められた。「矢印」群の情報請求回数とは異なり、「経路図B」群の情報請求回数は避難が進行するに従い減少しており、「経路図A」群と同様の傾向を示している。

「矢印」群の情報請求回数の経時変化は序盤、中盤、終盤それぞれの区間に含まれる分岐点及び曲がり角の数に連動している。他方、「経路図A」群及び「経路図B」群の情報請求回数は、3区間に含まれる分岐点並びに曲がり角の数には拘わらず、序盤よりも中盤、中盤よりも終盤と時間が経過するに従い少なくなっている。このことは「経路図A」群及び「経路図B」群に於いては経路図を繰り返し提示することにより何らかの学習効果があったことを示している。

被験者は避難課題開始前に情報請求を含む実験システムのインターフェイスに関する学習を十分に行っている。このため避難課題開始から時間が経過することで避難者が経路図の見方に慣れてきて、終盤になるほど一度の情報請求でより多くの分岐点及び曲がり角に於ける経路選択についての情報を取得するようになったとは考えづらい。

更に、被験者は避難課題開始から避難課題終了までの間に2つの非常口を経由して3つめの非常口に到達する必要があるため避難課題中の被験者の目的地は2度変更される。よって、経路図を繰り返し提示することにより為されるであろう目的地までの経路選択に関する学習だけでは終盤ほど情報請求回数が減少するという経時変化を説明することはできない。目的地までの経路選択に関する学習だけしか為されていないとするならば、目的地が変更された時点でそれまでの学習の効果は消去されてしまい終盤ほど情報請求回数が減少するということはないからである。

従って、経路図を繰り返し提示することにより為される学習は、実験システムや目的地までの経路選択についての学習だけではなく、

(シャノン)

図7 情報量/回数

避難対象となっている空間に対する学習も為されていると考えられる。

また、論文（その1）より、避難開始前に避難対象空間に関する情報を有していない場合、誘導情報から空間構造の情報を得られるならば避難が進行するに従い空間に対する知識が増加し、避難者の誘導情報への依存が少なくなることがわかっている。

以上より、経路図Bからは経路図Aと同様に空間構造の情報が得られると考えられる。

3. 4 情報量/回数・取得時間/回

情報量/回数に対し「誘導情報形態」の効果が有意であった（図7）。下位検定を行ったところ、「矢印」群と「経路図B」群に有意差が認められ、「経路図A」群と「経路図B」群に有意な傾向が認められた。「矢印」群1.6シャノン、「経路図A」群2.3シャノンに対して「経路図B」群3.2シャノンであり、経路の選択という観点からは、経路図Bを1回提示させることは、矢印を2回、経路図Aを1.4回提示させることとほぼ同等の効果があることがわかった。

矢印は逐次的な情報しか提供しないため経路図A及び経路図Bよりも情報量/回数の数値が低くなることは至当な結果である。一方、経路図Bの情報量/回数の数値が経路図Aよりも高くなることはフロアプランに付加された避難順路に起因すると考えられる。このことは、付加された避難順路はフロアプランから避難のための順路を読み取ることに有用なだけでなく、被験者に避難順路に関する情報をより多く記憶するよう働きかけることを示している。

取得時間/回数に対し「誘導情報形態」の効果が有意であった（図8）。下位検定を行ったところ、すべての実験群の組み合わせについて有意差が認められた。「矢印」群1.3秒、「経路図A」群7.4秒、「経路図B」群3.7秒であり、経路図Bは矢印と経路図Aの中間的な数値となっている。

矢印は進むべき方向を直接的に示しており、それ以外の情報は提供しないので被験者が情報を提示している時間は一瞬である。そのため矢印の取得時間/回数は短くなる。経路図Aでは矢印とは反対に被験者が自らフロアプランより避難順路を読み取らなければならない。このため、経路図Aの取得時間/回数は長くなる。他方、経路図Bでは順路が付加されているためフロアプランより避難順路を読み取る必要はなく、経路図Aよりも取得時間/回数は短くなる。しかし、上述したように経路図Bでは被験者が避難順路に関する情報をより多く記憶するので経路図Bの取得時間/回数は矢印のそれよりも長くなる。

(秒)

図8 取得時間/回数

表3 情報形態による特徴比較

	促進効果	誘導効果	空間構造情報	記憶情報量	一瞥性	時間効率
矢印	○	○	×	×	○	○
経路図A	×	×	○	△	×	×
経路図B	○	○	○	○	△	△

誘導情報より次に進むべき方向を読み取るだけであれば、矢印と同様に経路図Bにおいても情報の取得は一瞬で完了するはずである。経路図Bの取得時間/回数が矢印の約3倍となっていることは、誘導情報から、より多くの情報を得るためのコストと捉えることができる。

情報量/回数の分析より経路の選択という観点からは経路図B1回の提示は矢印2回の提示に相当するが、誘導情報から情報を読み取るために経路図Bは矢印の約3倍、時間を要する。即ち、経路選択に関する情報量を等量取得する為に経路図Bでは矢印よりも多くの時間を要することとなる。これより、経路選択に関する情報取得の時間効率は経路図Bよりも矢印の方が優れていると言える。

4. 情報形態の特徴比較

今回のデータ分析から明らかになった矢印、経路図A、経路図Bの特徴を表3に記した。

- ①避難を早期に完了させるという促進効果に対して経路図Bは矢印と同等の効力を有する（図2，図3，図4）
- ②避難者を適切に誘導するという誘導効果に対して経路図Bは矢印と同等の効力を有する（図5）
- ③避難者の空間構造に関する理解を促進する空間構造情報の提供に対して経路図Bは経路図Aと同様に十分に寄与する（図6）
- ④経路図Bに付加された避難順路は避難者が誘導情報から取得する避難順路に関する情報である記憶情報量を増加させるよう働きかける（図7）
- ⑤より多くの情報を取得するためにはより多くのコストを要するので経路図Bより情報を取得する際の一瞥性は矢印よりも劣る（図8）
- ⑥経路図Bの経路選択に関する情報取得の時間効率は矢印よりも低い（図7，図8）

矢印、経路図A、経路図Bの避難行動に関するデータを直接比較することよりフロアプランへの避難順路の付加は、矢印の長所である避難行動の促進効果、誘導効果を経路図に付与することが明らか

となった。また、順路が付加された経路図においてもフロアプランタイプの経路図と同様に空間構造情報は提供されることも明らかとなった。このことより順路を付加された経路図はサーヴェイマップタイプの認知地図構築を支援し、矢印を誘導情報として用いた場合に避難者が抱く不安感を低減させるものと思われる。サーヴェイマップタイプの認知地図が避難者の中に構築されることは誘導システムにエラーが発生したときの混乱の低減にも寄与するであろう。

順路の付加により、フロアプランタイプの経路図の長所を損なわず、矢印のメリットの多くを経路図に取り込むことが可能であるとわかった。

更に、経路図への順路の付加は避難者に避難順路に関する記憶情報量を高めるよう働きかけることが認められた。しかし、経路選択に関する情報を取得するための時間効率は矢印よりも低くなる。

経路図Bは一瞥性、経路選択に関する情報取得の時間効率の面で矢印に劣るものの、矢印では提供することができない空間構造に関する情報の提供が可能であり、避難者のサーヴェイマップタイプの認知地図構築を支援する。このことは、一瞥性、時間効率の面での不利を補って余りあるものである。

以上より、避難順路を付加した経路図は欠点が少なく、矢印及びフロアプランタイプの経路図と比較した場合、より多くの避難者に適した誘導情報提示形態であると考えられる。

5. まとめ

マルチメディア型誘導システムの実現を考えた場合、避難者の携帯端末に個別対応した誘導情報を提供するという方式が想定される。避難者の操作により避難者が自分にとって最も適していると感じる情報形態、提示方式を選択して誘導情報が提供されるようにすることも可能である。しかし、それらが誘導に対してどのような特質を持っているのかを事前に明確にしておく責務が誘導情報提供者には求められよう。また、すべての避難者が自分に適した情報形態、提示方式を認識できているとは考えられず、より多くの避難者に不都合がない情報提供方式をデフォルトとして示すことも必要である。

筆者らの一連の実験では誘導情報として視覚的な情報を取り上げ、それらの提供方式の検討を行った。しかし、ユニバーサルデザインの視点が重視される緊急時避難という場面で利用される誘導システムの開発のためには、視覚情報には限らない誘導情報の提供方式も検討されなければならない。

従って、より安全で円滑な避難を支援する誘導システムの実現のためには、誘導情報の多様な形態をデザインし、提示方式を考案すると共にそれらの特質を明らかにすることが必須である。

注

注1) 「心理学的知見」とは、単に誘導情報提供方式と避難者の行動との対応に関する知見ではなく、被験者内部に構成される空間知識などを説明要因としてその行動を理解することで得られる知見を意味する。

注2) 認知地図とは空間位置情報が維持された心的表象である。複数のタイプがあるとされる認知地図のうちサーヴェイマップタイプは複数の場所相互の位置関係に関する一般的な図式表象である。

注3) $ICD = \{ \text{各分岐点及び曲がり角に接続する通路の和の合計} \} / \{ \text{分岐点及び曲がり角の合計} \}$

視線レベルで撮影された写真で対象空間の学習を行った後、誘導情報に頼らず経路探索行動を行う場合のフロアプランのレジビリティを指標化しており、この数値が大きいくほど経路探索行動が困難になる。

注4) 実験1と実験2とは避難課題に用いたパソコンのグラフィックス処理能力が異なる。よって、この能力が大きく影響する移動時間に関する分析には、実験1で得られたデータに係数を掛けて換算した数値を採用した。係数は実験1と実験2で用いたパソコンで避難課題に利用した空間内をウォークスルーしたときの移動速度の比より決定した。

注5) 対数の底を2として計算される情報量の単位としては「ビット」が慣習的に使用されることが多いが、ISO規格及びJIS規格では「シャノン」を対数の底を2として計算される情報量の単位としている。

注6) 3つの非常口の巡回パターンはすべてで6通りとなる。しかし、その内4つのパターンは発生しなかったため、これらのパターンは χ 自乗検定において考慮に入れていない。

注7) 下位検定はすべてFisherの主効果多重比較検定によって行った。

参考文献

- 1) 掛井秀一, 佐藤博臣, 井端泰裕, 佐古順彦: 避難行動に事前学習・誘導情報が与える影響に関する心理学的考察 ―マルチメディア技術を利用した避難誘導システムの開発 その1―, 日本建築学会計画系論文集, 第535号, pp.139-146, 2000.9
- 2) 谷直樹: ルートマップ型からサーヴェイマップ型へのイメージマップの変容について, 教育心理学研究, Vol. 28, p.193, 1980
- 3) 掛井秀一, 佐藤博臣, 佐野友紀, 佐古順彦: 避難行動における経路図情報の提示に関する心理学的考察 ―マルチメディア技術を利用した避難誘導システムの開発 その2―, 日本建築学会計画系論文集, 第596号, pp.27-34, 2005.10
- 4) Wilson, P. N.: Use of Virtual Reality Computing in Spatial Learning Research, A Handbook of Spatial Research Paradigms and Methodologies, Vol.1, pp.181-206, 1997
- 5) 涌井健, 掛井秀一, 佐藤博臣, 井端泰裕: VRシミュレータの構築 ―物理空間とVR空間における距離感の比較―, 日本心理学会第60回大会発表論文集, p.347, 1996
- 6) O'Neill, M. J.: Evaluation of A Conceptual Model of Architectural Legibility, Environment and Behavior, Vol. 23, No. 3, pp.259-284, 1991
- 7) Shannon, C. E.: A Mathematical Theory of Communication, The Bell System Technical Journal, Vol. 27, pp.379-423, 1948

(2006年3月29日原稿受理, 2006年11月17日採用決定)