

視力低下状態の簡易再現方法を用いた
暗闇避難に関する実験研究

正会員 ○ 桜井 学*¹
同 川村かお里*²
同 直井 英雄*³

■研究目的■

これまでの研究¹⁾²⁾において、暗闇を再現する簡易な方法が提案され、この方法が実用的な精度のもとで成り立つことが実験的に確認されている。本研究では、この方法を用いた応用研究の一つとして、階段避難、居室避難、直線通路避難を例にとり、視覚制限下における避難行動特性を実験的に把握し、避難計画上の参考資料とすることを目的とする。

■実験方法■

1) 実験装置：階段避難については階段室を用い、外部からの光が入り込まないようにして、その床面平均照度を100ルクスとした。実験装置の寸法関係を図1に示す。居室避難・直線通路避難については、実験室に外部からの光が入り込まないようにし、床面平均照度を400ルクスとした。居室避難の実験は、障害物として机を配置し3パターン設定した(図2)。これらは、一般に存在するオフィスの室内レイアウトを参考にして、机を設置したもので、避難出口の表示として出口付近に白熱電球をおき、目標物として避難させた。また、直線通路避難の実験は、通路幅1メートル、2メートルの2種類の直線通路を用いた(図3)。

2) 再現照度の設定：既往の研究で実験により設定された再現照度と同じ3つの照度(表1)を用いることとした。
3) 実験に用いたフィルター：既往の研究で、室内の照度に対して再現照度①、②、③をつくりだすフィルター透過率がすでに設定されている。この一覧と、今回の実験に用いた透過率を表2に示す。

4) 実験の具体的方法：図3に示すように、再現照度①、②、③について、選定されたフィルターを取り付けたゴーグルを装着させ、暗順応時間を考慮に入れた場合と入れない場合とに分け、実験階段、3種類の居室空間、2種類の直線通路で、それぞれ避難歩行をとらせ、その歩行時間と歩行軌跡を計測した。なお、再現照度10ルクスでは、すべての被験者がほぼ瞬時に順応してしまうため、順応のない場合は対象としないことにした。

■実験結果及び考察■

(1) 歩行時間増加率

1) 階段避難：図4は、順応あり1ルクス、順応無し0.1ルクスの場合の実験結果を全被験者について示したものであり、横軸に歩行区間(図1参照)、縦軸に100ルクスでの歩行時間に対する各再現照度における歩行時間の増

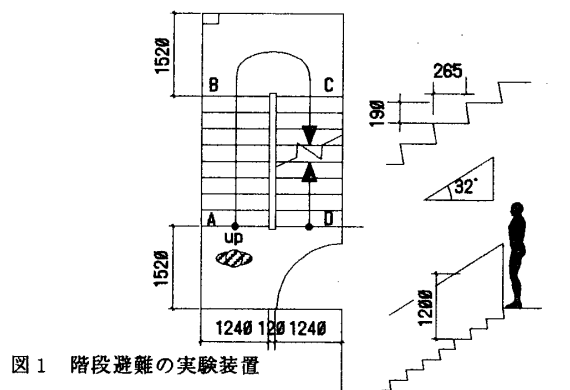


図1 階段避難の実験装置

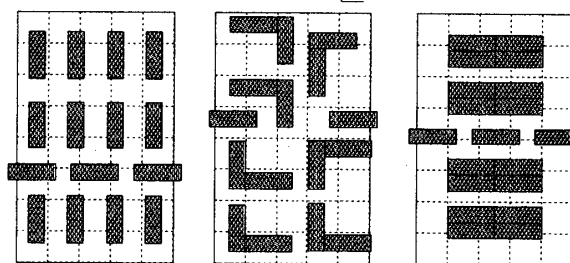


図2 居室避難の実験室内の机の配置3パターン

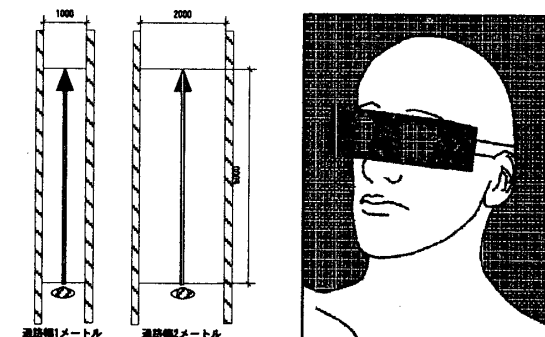


図3 直線通路避難実験装置およびフィルター装着状態
表1 実験で用いた再現照度

再現照度	照度の意味
① 10 ルクス	地下街の各構えに接する地下道に設ける非常用照明設備の床面での最低必要照度
② 1 ルクス	最も一般的な法定照度
③ 0.1 ルクス	現実に存在する最低照度を考慮したもの

表2 実験で使用したフィルターの透過率

	室内照度				
	50ルクス	100ルクス	200ルクス	400ルクス	800ルクス
再現照度①	70%×50% (33.46%)	50%×40% (20.31%)	10% (11.39%)	60%×10% (5.67%)	80%×3% (2.43%)
再現照度②	80%×3% (2.35%)	1% (1.06%)	70%×1% (0.70%)	40%×1% (0.42%)	25%×1% (0.23%)
再現照度③	25%×1% (0.21%)	80%×0.1% (0.088%)	50%×0.1% (0.054%)	30%×0.1% (0.030%)	13%×0.1% (0.013%)

Experimental study on evacuation in dark surroundings
by using the method to make virtual fall of eyesight

SAKURAI MANABU et al.

加率を示したものである。これを見ると、被験者による違いはあるものの、再現照度と順応の有無による歩行時間の違いが現れている。また、順応無しの0.1ルクスの場合、歩行区間による歩行時間増加率の差が見られた。

2) 居室避難・直線通路避難：図5は、居室および直線通路におけるそれぞれのパターンごとに、各被験者の歩行時間を平均化し、400ルクスでの歩行時間に対する各再現照度における歩行時間の増加率を示したものである。これを見ると、順応有りの場合、10ルクスでは1.1倍、1ルクスは1.2倍、0.1ルクスは1.5倍となり、順応無しの場合、1ルクスでは1.3倍、0.1ルクスは2.2倍となることが分かった。

(2) 確認行動箇所

1) 階段避難：図6はこのうちの平均的な被験者の歩行軌跡、及び歩行中に確認する行動のあった箇所を示したものである。10ルクスでは確認行動は見られなかったが、図にあるように1ルクスになると目線が下に向き、踊り場周辺で、手摺に手をそえるなどの行動が見られ、さらに0.1ルクスになると、これらの行動が踊り場付近の広い範囲にわたって見られた。また、1ルクスでは階段のほぼ中央を歩行しているのに対して、0.1ルクスでは歩行開始時に手摺付近に移動する傾向があることがわかる。図3における歩行区間による時間差は、この確認行動の頻度に大きく関係しているものと推測できる。

2) 居室避難：図7、8は、居室避難において、順応無しの0.1ルクスおよび順応有り1ルクスの場合に、歩行中に進行方向を確認する行動のあった箇所とその歩行軌跡を被験者について、それぞれのパターンを示したものである。10ルクスでは確認行動は見られなかったが、1ルクスになると目線が下に向き、曲がり角周辺では机に手をそえるなどの行動をする者が現れはじめ、0.1ルクスになると、全被験者に下を向く、手をそえる、さらに手探りや顔を左右に向ける等の行動がほぼ全域にわたって見られた。なお、図7の順応無しの場合において、歩行開始時に頻繁に確認する行動が見られ、歩行速度が低下したが、これは暗順応の影響と考えられる。

(3) 実際の居室避難速度との比較

避難計画で通常用いられる避難速度は1m/s (1.5人/m²) であるのに対して、今回の実験では0.1lxにおける歩行速度は0.6~0.8m/sとなった。これは避難計画の立脚点にかかわる重大な問題である。

■まとめ

以上、本実験より、10ルクス以下の暗闇空間では避難時間が伸び、暗くなるほどこの傾向が顕著になり、0.1lxでは通常状態の2倍近い時間になることが分かった。

本研究にあたっては、本学修士茅昌樹氏、卒研生鈴木美登氏、中田茂氏の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

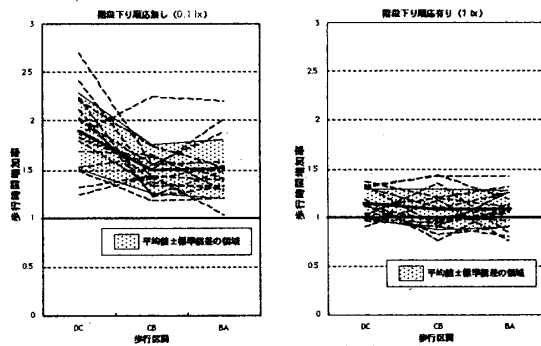


図4 階段避難の歩行区間ごとの歩行時間増加率

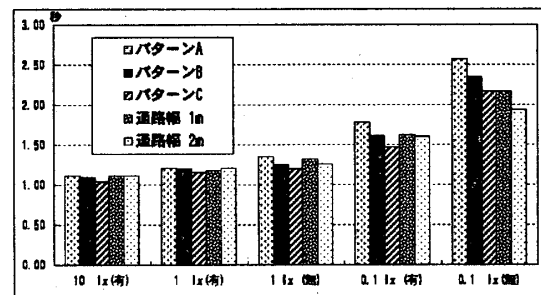


図5 居室避難・直線通路避難の歩行時間増加率

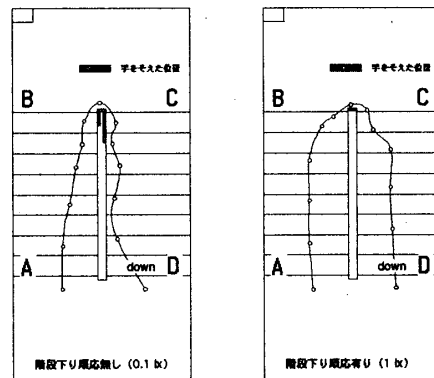


図6 階段避難の歩行軌跡と確認行動箇所

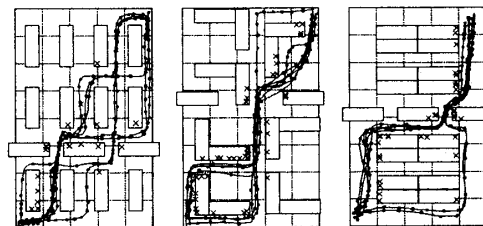


図7 0.1lx (順応無し) の場合の居室避難確認行動箇所

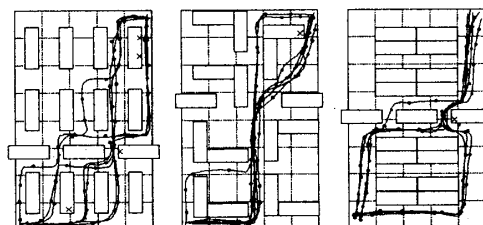


図8 1lx (順応有り) の場合の居室避難確認行動箇所

参考文献

1) 1998年度 建築学会大会発表 6166 暗闇における視力低下の簡易再現方法に関する実験研究(その1)
 2) 1998年度 建築学会大会発表 6168 暗闇における視力低下の簡易再現方法に関する実験研究(その2)

* 1 東京理科大学大学院
 * 2 同大学助手・工修
 * 3 同大学教授・工博

Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Science Univ. of Tokyo.
 Research Assoc., Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Science Univ. of Tokyo, M.Eng.
 Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Science Univ. of Tokyo, Dr.Eng.