

大規模空間での 避難安全性評価実験手法の確立と 経路記憶、出口探索行動の分析

日本工業大学 建築学科
木下芳郎

研究の着想に至るまで

交通、商業施設の大規模化

駅	コンコース内に大規模商業施設
郊外SC	大規模化
地下街	都心部駅周辺で利用者数多い

避難安全性向上のための 追加的施策



国土交通省：地下街の安心避難対策ガイドライン、平成26年

施策の評価を行うために活用できるデータがない

大規模空間での避難安全性評価実験手法の確立と経路記憶、出口探索行動の分析 ■ 2

研究の着想に至るまで

日本工業大学のCOSMO（ヒートアイランド現象の実験場）
避難行動の実験場として活用できないか



大規模空間での避難安全性評価実験手法の確立と経路記憶、出口探索行動の分析 ■ 3

目的

- COSMOを避難行動の実験場として整備
- 避難安全性の評価方法を確立
- 避難行動に関するデータの蓄積
- 避難誘導施策の評価

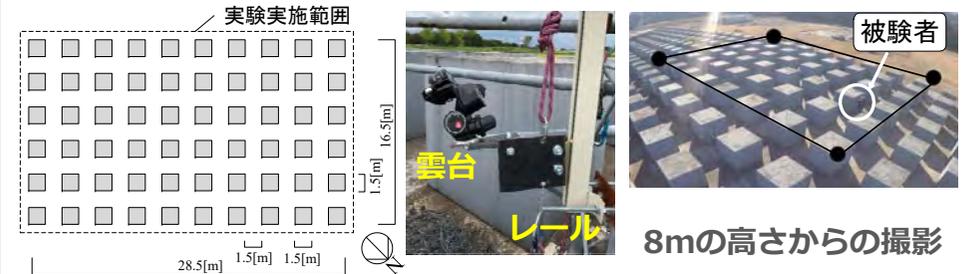
大規模空間での避難安全性評価実験手法の確立と経路記憶、出口探索行動の分析 ■ 4

本研究の成果

- ・ 実験場の整備
- ・ 既往研究の実験の再現性確認
- ・ 避難に関する基礎データ調査
- ・ 画像解析による歩行データ抽出
- ・ 避難誘導技術の安全性評価方法の開発
 - 床の特徴づけによる経路の評価
 - 出口・避難場所までの経路案内図の配置間隔
- ・ 実際の地下街での実験結果との比較

実験場の整備

- ・ 実験場の範囲設定
- ・ 実験の撮影環境の整備



既往研究の実験の再現性確認

- ・ 既往研究¹⁾,²⁾と同様の実験を実施可能
- ・ 同等の結果が得られた

検証する項目	内容	結果
実験環境	既往研究と同等の環境と手順による	◎
	実験実施 同じ条件での継続的な実験実施	◎
実験結果	既往研究と 実験A 経路の複雑さと正しく ほぼ同じ 戻れる割合	△
	結果が 帰行時に誤る交差点数	○
	得られるか 誤りの種類	○
	実験B 行動パターン	○
	視野制限による不安	○

1) 渡部勇市：迷路における人間の避難行動実験 第1報 歩行経路の記憶、日本建築学会論文報告集、第322号、p.p.157-161、1982
2) 原田忠行、青木義次：視覚制限下における代替経路の選択、日本建築学会大会学術講演梗概集、建築計画、p.p.1019-1020、1993

避難に関する基礎データ調査

避難時の行動	
①	知っている経路を使う
②	入ってきた経路を戻る
③	明るい方向へ向かう
④	開かれた方向へ向かう
⑤	目につく方向へと向かう
⑥	近い通路へ向かう
⑦	他の人についていく

- ・ どの程度まで正しく戻ることができるか
- ・ 人によるばらつきはどの程度か

避難に関する基礎データ調査

- ・ 視界阻害帽子を着用（火災時を模擬的に再現）



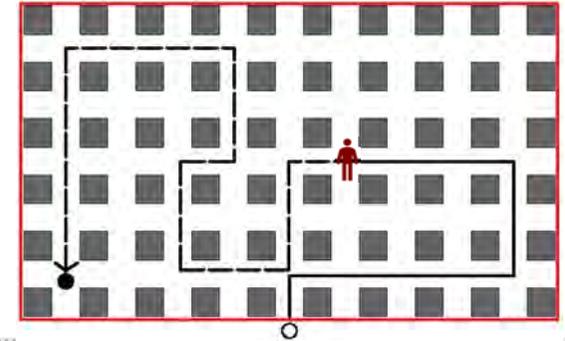
避難に関する基礎データ調査

① 指示に従い歩く

② 折り返し地点で止まる

③ 来た道を通って出発点に戻る

- : コンクリートブロック
- : 実験範囲
- : 出発点 ●: 折り返し地点
- ←: 被験者の歩いた経路
- ←: 指示経路
- 人: 被験者



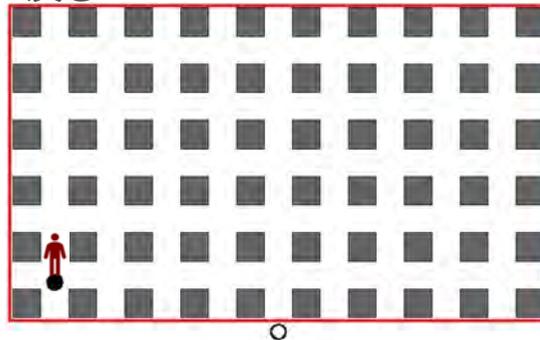
避難に関する基礎データ調査

① 指示に従い歩く

② 折り返し地点で止まる

③ 来た道を通って出発点に戻る

- : コンクリートブロック
- : 実験範囲
- : 出発点 ●: 折り返し地点
- 人: 被験者



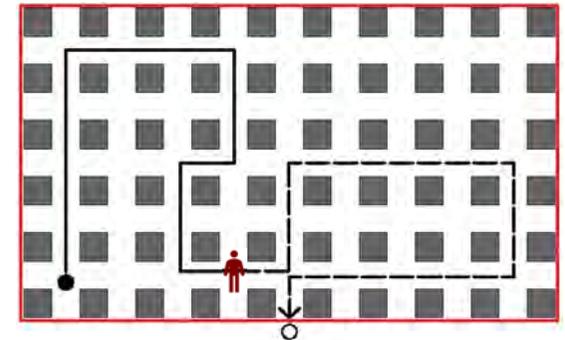
避難に関する基礎データ調査

① 指示に従い歩く

② 折り返し地点で止まる

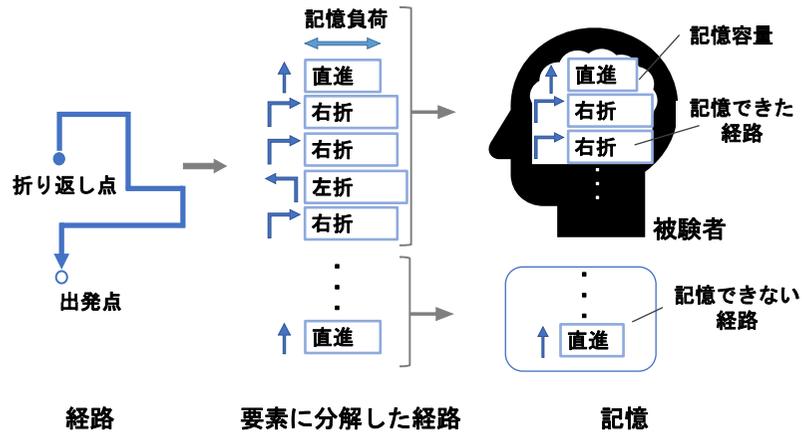
③ 来た道を通って出発点に戻る

- : コンクリートブロック
- : 実験範囲
- : 出発点 ●: 折り返し地点
- ←: 被験者の歩いた経路
- ←: 指示経路
- 人: 被験者



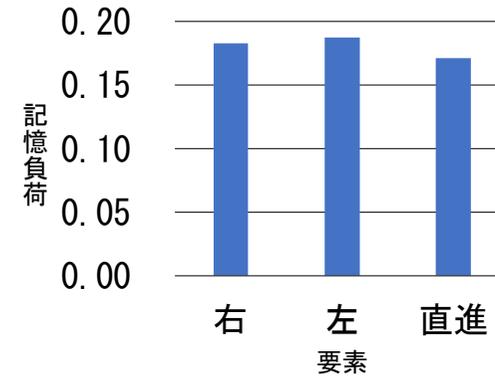
避難に関する基礎データ調査

経路記憶のモデル



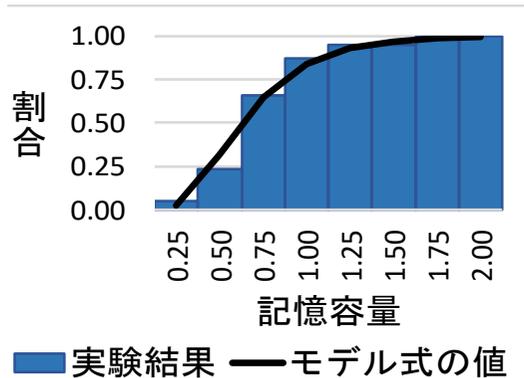
避難に関する基礎データ調査

- 経路の構成要素の種類による違いは少ない
- 平均的に要素は4~6個までなら記憶できる



避難に関する基礎データ調査

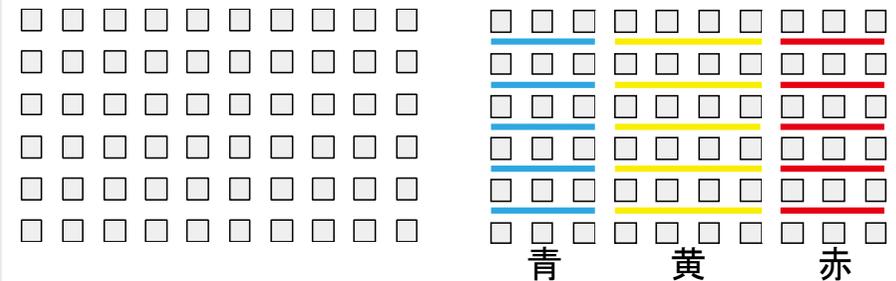
- ばらつきは対数正規分布で表現できる
- 半分以下しか記憶できない人が25%程度いる



床の特徴づけによる経路の評価

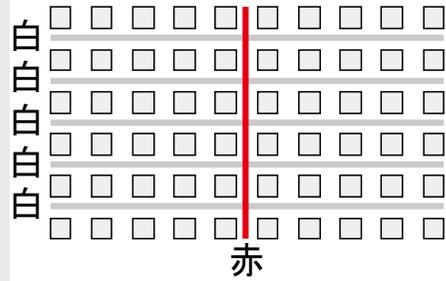
ケース0、ケースS
特徴づけ無し

ケースS+
3エリアを横通路で特徴づけ

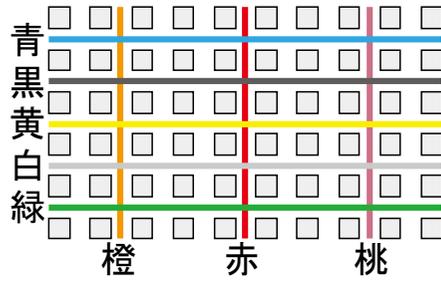


床の特徴づけによる経路の評価

ケースY
横方向に同じ特徴づけ
縦方向1本に特徴づけ



ケースY+
横方向に異なる特徴づけ
縦方向3本に特徴づけ

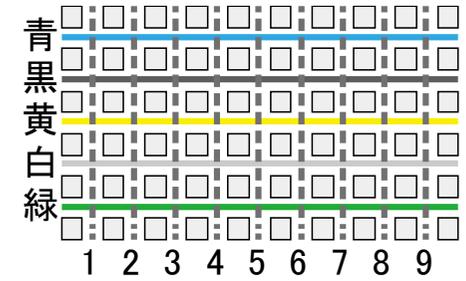


床の特徴づけによる経路の評価

ケースI
横方向に異なる特徴づけ

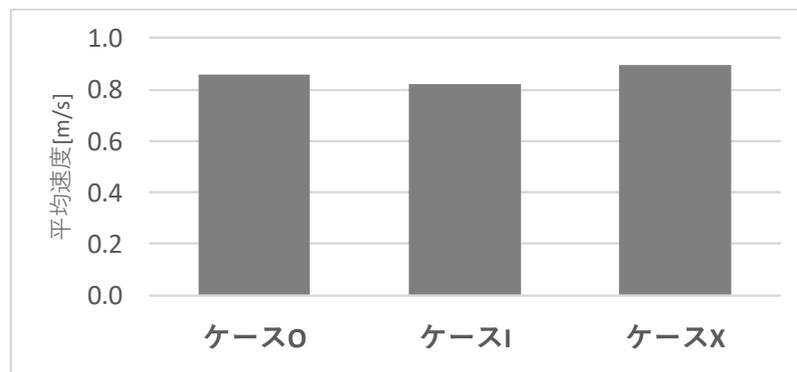


ケースX
縦横方向に異なる特徴づけ



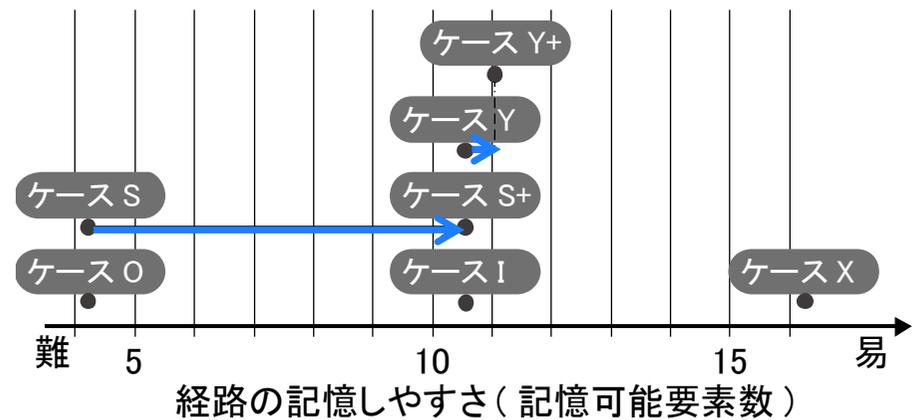
画像解析による歩行データ抽出

- ・ 動画データから歩行経路や速度を抽出
- ・ 記憶しやすさの異なる通路での速度の変化はみられない



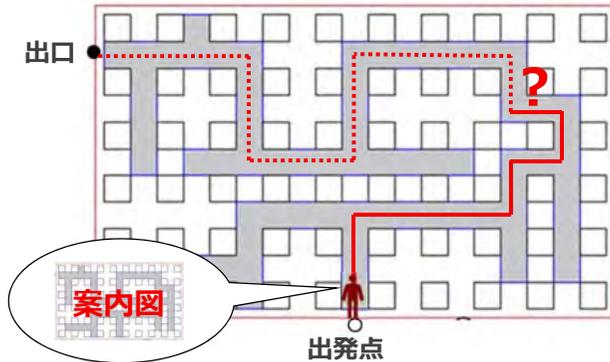
床の特徴づけによる経路の評価

床の特徴づけによる経路の記憶しやすさを定量的に把握



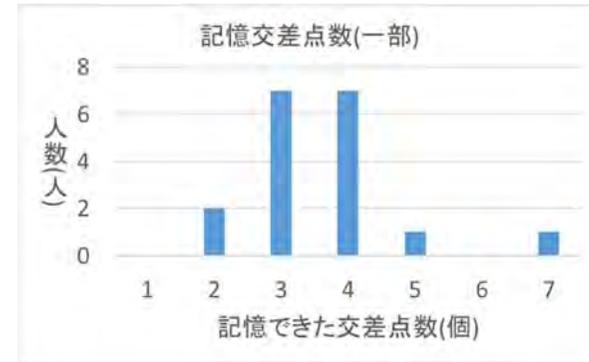
出口・避難場所までの経路案内図の配置間隔

- 案内図を見た際、どの程度経路を記憶できるか
- 適切な避難案内図の配置間隔



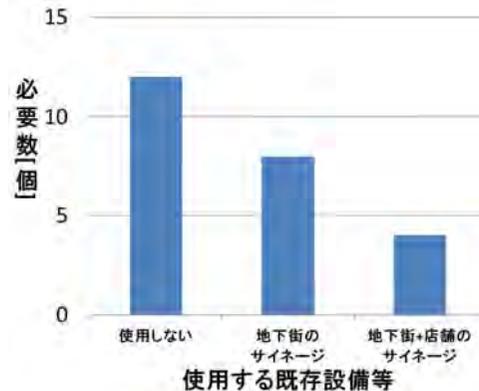
出口・避難場所までの経路案内図の配置間隔

- 記憶できる交差点数は平均3、4個程度
(記憶可能な交差点数が少ない被験者)



出口・避難場所までの経路案内図の配置間隔

- 既存設備の活用により新たに設置すべき避難案内図を半数近く減らすことができる (八重洲地下街の場合)



実際の地下街での実験結果との比較

- 実験場と同等の結果が得られることを確認した
- 十分な被験者数での検証は今後の課題である

記憶できた要素数		被験者	
		1	2
経路	A	9	11
	B	10以上*	11

*経路を出発地点まで戻れた

研究の成果、新知見

- ・ 元来た経路を戻って避難する場合、
4~6個程度の交差点数までは平均的に記憶可能
- ・ 平均の半分程度までしか記憶できない人が約25%いる
- ・ 記憶のばらつきは対数正規分布を用いて表現できる
- ・ 通路の特徴づけによる歩行速度の変化は小さい
- ・ 経路の記憶しやすさ（記憶可能な要素数）の
下限と上限は4~16程度である
- ・ 本研究の方法で通路の特徴づけの効果を評価できる
- ・ 実験場での実験結果は実際の地下街と同等である

今後の予定

- ・ 床の特徴づけ以外の誘導方法の安全性評価方法の開発
- ・ 実際の地下街での実験について被験者数を増やす
- ・ 実験で得られたデータを組み込んだ避難行動
シミュレーションの開発

現在実験を行っているテーマ

- ・ 案内図をみて避難する際に有効な床の特徴づけ
- ・ 避難経路が阻害された場合の迂回路予測の支援方法