

artisoc Cloud を用いた避難訓練シミュレーションによる迅速な避難方法の検討 Study of Rapid Evacuation Methods through Evacuation Drill Simulation using artisoc Cloud

○佐藤颯飛¹, 五味悠一郎²
*Hayato Sato¹, Yuichiro Gomi²

Abstract: In this study, we conducted an evacuation training simulation using artisoc Cloud to verify the optimal route and timing for rapid evacuation. As a result, it was found that concentration of evacuation routes is a factor that increases evacuation time. Creating groups and distributing routes will reduce the overall evacuation time.

1. はじめに

日本は火山や地震が多い国であり、2011年の東日本大震災では多くの被害が発生した^[1]。

日本大学理工学部船橋キャンパス（以降、船橋キャンパス）の避難訓練では、災害時の迅速な避難を目指して個々の属性に応じた避難支援アプリ「PAD」を用いた実証実験が行われている。PADは避難開始等の通知や経路案内および完了報告機能を有しており、災害対策本部はリアルタイムで避難状況を監視できる。実証実験では大きな不具合は発生しなかったが、避難行動上の課題が確認されている^{[2][3]}。

高層ビルでの避難訓練シミュレーションツールを用いた研究では、混雑箇所や避難経路の問題が明らかになり、避難計画の改善が提案されている^[4]。同様に、船橋キャンパスでも避難訓練シミュレーションを行うことで混雑箇所や避難経路の問題を明らかにし、避難計画の改善点を示すことで、避難にかかる時間が短縮できると考える。

2. 研究目的

本研究の目的は、船橋キャンパスをモデル化し避難訓練をシミュレーションすることで、迅速な避難を実現するための最適なルートやタイミングを明らかにすることである。

本稿では、令和6年度後学期ガイダンスで1学年が使用した棟および学科ごとの定員数を使い、10号館から1020人、11号館から260人、13号館から370人、階段教室から380人が同時に避難を開始するという条件のもと、シミュレーションを行う。

避難経路を分散させることで、混雑を緩和し迅速な避難が可能になることを示した上で、避難ルートやタイミングを変更しながら検証を行い、最も効果的な避難方法を明らかにすることを目標とする。

3. 実験方法

artisoc Cloudは個々のエージェントの行動や属性を細かく設定でき、現実の避難行動を詳細に再現できるため、避難経路やタイミングの最適化を図るのに適していると考え、本稿ではartisoc Cloudを用いてシミュレーションを行った。

3.1. 船橋キャンパスのモデル作成

建物の平面図・構造図・避難経路図・教室や廊下の配置図のデータを収集し、船橋キャンパスの建物レイアウトのデータを設計して、校舎各階のレイアウトや主要な出入口・非常口の位置を把握した。実際にシミュレーションで使用した平面図をFigure 1に示す。



Figure 1. Funabashi Campus Floor Plan

3.2. エージェントの設定

避難訓練をシミュレーションするため、避難者を表すエージェントを設定した。Figure 1のように、階段教室からの避難者は青の矢印、10号館からの避難者は黄色の矢印、11号館からの避難者は緑の矢印、13号館からの避難者は紫の矢印のルートで避難するよう設定した。10号館は黄色の矢印のように避難者を分散させた。

3.3. シミュレーションの実施と観測

シミュレーションによって避難者の動き・避難時間・混雑が発生する箇所を観測し、避難訓練の様子を

俯瞰的に観測し問題点を洗い出した。1 学年の後学期ガイダンスで実際に使用された棟および学科ごとの定員数を用いて、10 号館から 1020 人、11 号館から 260 人、13 号館から 370 人、階段教室から 380 人が同時に避難を開始し、最短ルートで避難集合場所に向かうという条件でシミュレーションした。

3.4. パラメータの変更と再シミュレーション

避難ルートを分散させることで混雑が緩和され、迅速な避難が可能になるかを確認するため、避難経路や開始タイミングを調整した複数のシミュレーションを行った。ルートやタイミングの条件を変えながらシミュレーションを繰り返し、最も迅速に避難できる方法を検証した。

3.5. シミュレーション結果の分析

各シミュレーション結果について、避難開始から避難終了までの時間の短縮効果を比較し評価した。

4. 結果

船橋キャンパスの避難訓練をシミュレーションした結果、避難経路の集中が避難時間延長の主要因であることを確認した。避難にかかった時間を Table 1 に示す。

Table 1. Measurement Time

	人数(人)	初回(秒)	ルート変更(秒)	ルート+タイミング変更
10号館	1020	1219	955	637
11号館	260	512	442	443
13号館	370	309	308	309
階段教室	380	550	432	366

避難者の合流地点で人が過密化するため、歩行速度が低下し進行が著しく遅れることが観測された。混雑が確認された合流地点を赤いバツ印で Figure 1 に示す。

次に混雑発生地点を通過しないようにするため、11 号館からの避難者は 5 号館と 6 号館の間を通り、中央庭園を正面に左手に曲がり、プラザ習志野と 14 号館の間を通り抜けさせ、13 号館からの避難ルートに合流させた。11 号館からの避難者に混雑発生地点を通過しない道を通らせた結果、全体の避難時間が短縮された。避難にかかった時間を Table 1 のルート変更の欄に示す。

さらに混雑を緩和させるため、30 人のグループを作り 5 秒の時間をおいて避難者を出発させた結果、混雑は緩和され全体的に避難時間は短縮され、なかでも避難人数が最も多い 10 号館は避難時間が 5 分短縮された。避難にかかった時間を Table 1 のルート+タイミング変更の欄に示す。

混雑箇所を避ける避難経路を利用するグループや出

発タイミングを適切に設定することで、避難時間の大幅な短縮が達成され同時に混雑によるリスクも大幅に軽減された。

5. 考察とまとめ

10 号館・11 号館・階段教室からの避難者のルートを分散し、5 秒の時間をおいて避難経路の集中を避けた結果、避難時間の短縮が実現された。避難経路の集中を緩和することで避難時間が短縮したことから、避難経路の集中が迅速な避難を妨げていたといえる。避難経路の集中が迅速な避難を妨げる理由は、物理的なスペースが限られる場面で、避難者が集中し混雑が発生することで、スムーズな歩行が困難になるためだと考える。よって、避難経路の集中を避けるルートの選択や、小グループを作って時間差で避難者を出発させる行動は、迅速な避難の実現に寄与すると考える。

今後の課題は、実際の避難訓練データを使ってシミュレーションの精度を高めることである。精度を高めることによって、さらに迅速な避難を実現することにつながると思う。

謝辞

本研究は日本大学特別研究の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 「国土交通白書 2021」、国土交通省、<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/r02/hakusho/r03/html/n1123000.html> (参照 2024/10/02)
- [2] 宮脇健, 吉富望, 中林諒:「船橋校舎防災避難訓練における PAD 実証の概要」, 第 67 回 日本大学理工学部学術講演会, 2023
- [3] 五味悠一郎:「PAD を用いた船橋校舎防災避難訓練でみられた被験者の動き」, 第 67 回 日本大学理工学部学術講演会, 2023
- [4] 朴聖經, 水野雅之, 藤井皓介, 呉貫遠, 門倉博之, 佐野友紀, ティンナコンスチブドニシャリー, 関澤愛:「高層事務所ビルの避難訓練を再現した避難シミュレーション SimTread による階段内避難流動状況に関する比較分析」, ライフサポート, 33 巻, 3 号, 2021 年