

MAS を用いた避難シミュレーションによる EMSS の有用性検証

金沢大学大学院自然科学研究科環境デザイン学専攻 学生会員 橋爪直人
 金沢大学地球社会基盤学系 正会員 池本敏和
 金沢大学総合技術部 正会員 小川福嗣
 金沢大学地球社会基盤学系 正会員 宮島昌克

1. 研究の背景と目的

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震を期に、防災分野においてレジリエンスという考え方が広まり始めた。事前の防災だけでなく、被災後の回復力を高めることにも注目が集まっている。

一般的に、地震災害発生後の屋外避難を促すための取り組みとして、ハザードマップ等で事前に避難経路を確認することが推奨されている。しかし、外出時に被災する可能性や、建物の倒壊によって道路が閉塞する可能性を考えると、事前の情報が有効に使えるとは限らない。本質的には、被災後の避難行動に直接的に働きかける取り組みが必要であると考える。

そこで、本研究では、地震災害発生後にリアルタイムで街の被災情報を共有することによって迅速な避難を促し、被災後の人的被害を低減するシステム：EMSS(Evacuation Mutual Support System)¹⁾の構築を目指して、MAS(マルチエージェントシミュレーション)で構築した避難モデルを用いて、情報共有の有用性を検証した。なお、EMSSはスマートフォンのアプリケーションとして実装することを想定している。

2. MASによる避難モデルの構築

石川県金沢市野町地区を対象地区として、MASを用いて避難モデルの構築を行った。この地域を選定した理由は、平成30年野町避難訓練(以後H30避難訓練と呼ぶ)における人動データを保持していること²⁾、及び、細街路を多く残している地区であるため、地震災害発生に伴って道路閉塞が起きやすいことである。

シミュレーションソフトウェアは構造計画研究所によって開発されたartisocを使用した。

野町地区の白地図上に、ノードとリンクによって道路網を表現した。MASモデルにおいて、避難者の

行動はエージェントのノード間の移動で表現する。

MASモデルにおけるエージェントは、経路選択基準値 Ff が最短となる経路を選び、H30避難訓練時の平均速度で移動するものとした。図-1に経路選択基準値 Ff の定義を示す。

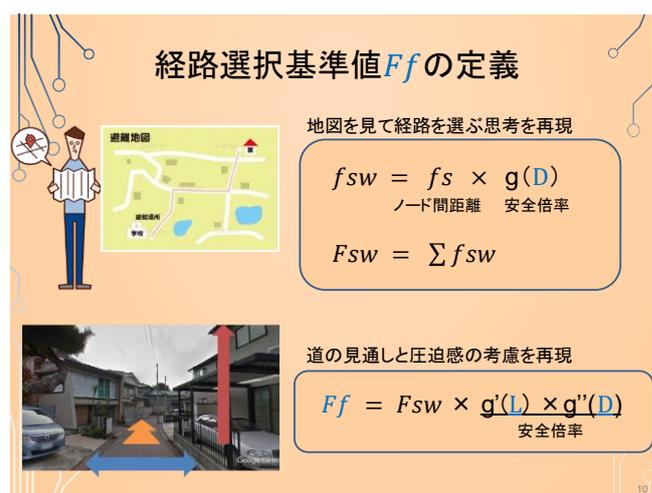


図-1 経路選択基準値 Ff の定義

ここで、安全倍率は道幅 D 、及び、見通し距離 L の関数で定義した。関数の形は、代数関数の多項式として仮定し、H30避難訓練時 Ff の最大化を条件として係数を最適化することにより求めた。図-2,3,4に各安全倍率の定義式を示す。

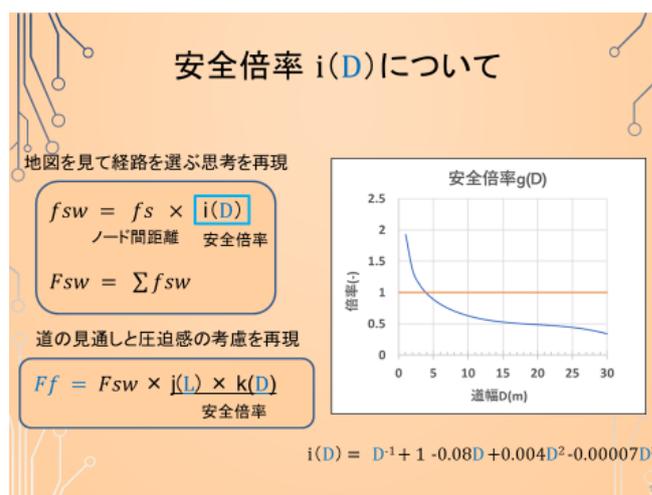


図-2 安全倍率 $i(D)$ の定義

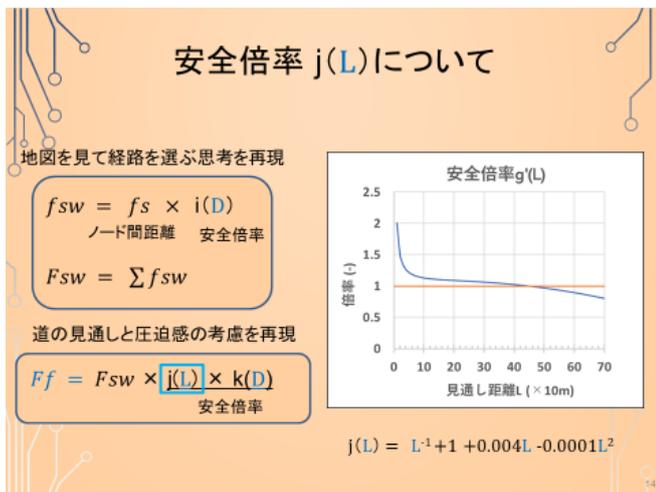


図-3 安全倍率 $j(D)$ の定義

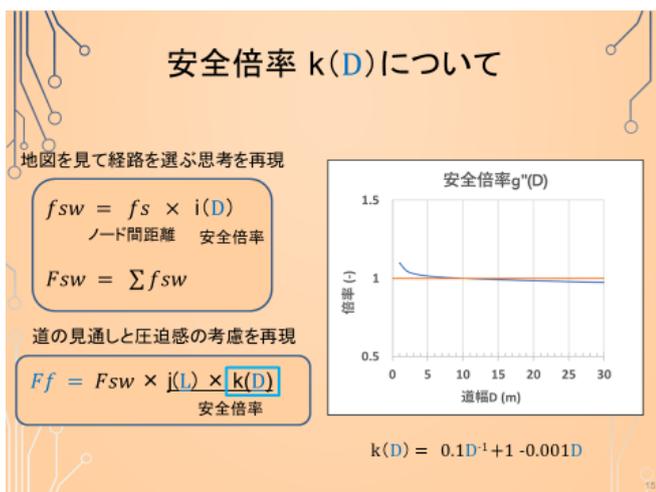


図-4 安全倍率 $k(L)$ の定義

以上の条件設定により構築した避難モデルの再現性（H30 避難訓練時の避難経路との一致率）は 87.3%に達した。安全倍率を考慮せず、最短で避難する場合の再現率 73.7%に比べて約 15%再現性を向上させることに成功した。

3. 避難モデルを用いた EMSS の有用性検証

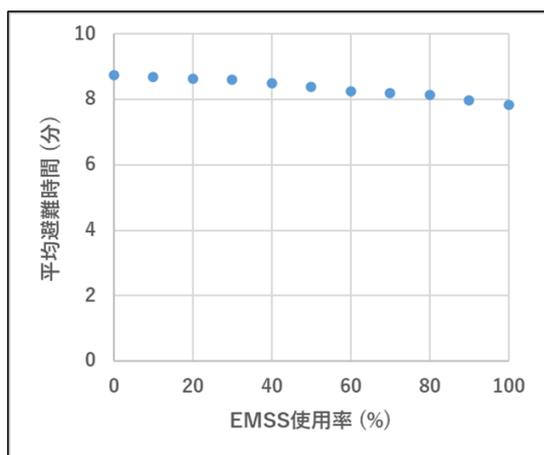


図-5 EMSS の使用による平均避難時間の変化

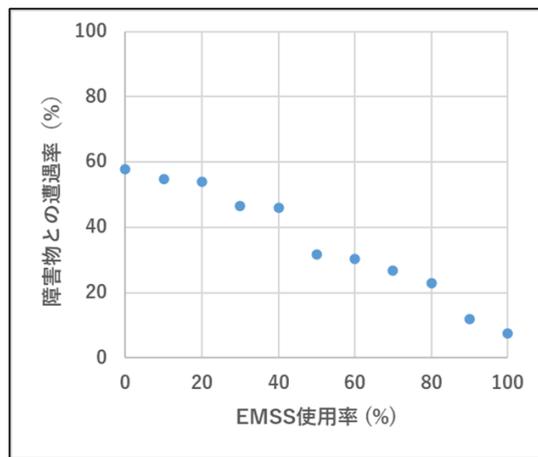


図-6 EMSS の使用による障害物との遭遇率の変化

高山らが野町地区の現地調査を元に判定した危険箇所³⁾を参考に道路閉塞箇所を設定した場合において、EMSS の使用率 100%で、平均避難時間が約 10%、障害物との遭遇率が約 50%短縮されることが求められた。

4. 結論

MAS モデルにおいて道幅と見通しを安全倍率という形で考慮することにより、十分な再現性を持つ避難モデルを構築することができた。

避難モデルを応用した検証において、EMSS の導入によって平均避難時間が約 10%、障害物との遭遇率が約 50%短縮されることが示された。

避難の迅速化と共に、閉塞箇所の回避による心理的負担の軽減効果も期待されることを定量的に示すことが出来た。今後は、アプリケーションを試作し、実際の利用に伴って収集するデータを元に、シミュレーションのさらなる再現性向上とシステムの利便性向上を目指していきたい。

参考文献

- 1) 下田滉貴, 携帯アプリケーションを利用した小規模な共助避難実験に関する研究, 平成 29 年度金沢大学大学院修士学位論文, 2018.
- 2) 山崎智大, 避難時における位置情報共有アプリケーションの効果を示す大規模避難実験, 平成 30 年度金沢大学修士学位論文, 2019.
- 3) 高山恵里香, 避難時における位置情報共有アプリケーションの効果を示す大規模避難実験, 平成 30 年度金沢大学修士学位論文, 2019.