

1. はじめに

地震発生等の緊急時には、環境の変化、情報の錯綜、時間的切迫など人間の心理に影響する要因が数多く存在する。これらの要因が元で、人間は平常時とは異なる行動にでることがある。そしてこの行動が元で、算出された最適避難経路が変化していくことが考えられる。避難モデルでは、これらの心理的要因を数値化したものを用いるが、心理的要因には不確実性があり、本来は確率分布するとみた方が妥当である。

本研究では、避難者の心理的要因の確率分布を考慮した避難モデルを試行的に構築し、既存の避難モデルとの比較を行うことで、この避難モデルの有効性について検討した。

2. 人間の行動に影響を与える要因の仮定

これまでに数多くの避難モデルが発表されているが、これらの避難モデルは災害時における人間の行動心理を反映したものではなかった。そこで、まず既存の避難モデルに災害時の人間の行動に影響を与える要因を組み込むことによって、人間の行動心理を反映した避難モデルの構築を実現するために、安倍¹⁾などを参考にして以下のような影響要因を仮定した。

- 人に伝わる情報の質・量
- 得た情報に対する人間の情報処理能力
- 人が置かれている状況・環境

3. 心理避難モデルの構築

ここでは、人間の心理を反映した避難モデル（心理避難モデル）を構築し、既存のモデルの一例である最遅避難モデル²⁾⁴⁾との比較を行った。

先に示した災害時の人間の行動に影響を与える要因を避難モデルに組み込むことによって心理避難モデルを構

築するためには、これらの要因を何らかの数値データとして表さなければならない。しかし、現時点では要因の数値データ化に必要な実験・観測データが乏しいため、要因そのものを数値として表すのではなく、この要因によって引き起こされる人間の間違った行動（ミス）の発生を数値として表すことにした。また、人間のミスの発生には不確実性があると考えられるため、確率分布を用いての数値化を試みた。

4. 人間のミス発生を考慮した心理避難モデル

人間のミス発生を考慮した心理避難モデルを示すと、以下になる。

- 人間のミス発生率を決定する。
- 経路探索を開始する。
- 人間のミス発生率を元に、各ノード毎にミスの発生の有無を決定する。
- ミスが発生した場合、その際にかかるロスタイムの長さを決定する。
- 避難場所に到達できた場合、最短時間で到達することのできた経路が最適避難経路となる。

人間のミス発生率とロスタイムの長さについてはポアソン乱数を、各ノード毎のミス発生には一様乱数を用いた。(i)は経路探索開始前に行う。(ii)は各ノード毎に行い、(iii)は(ii)でミスが発生したノードにのみ適用する。

5. 心理避難モデルの試計算

人間のミス発生を考慮した心理避難モデルについて、サンプルネットワーク（図 1.）を用いて試計算を行った。人間のミス発生率およびロスタイムの長さを決定する際に用いるポアソン乱数の平均値を、それぞれ 0.8,

キーワード： 避難モデル、確率分布、心理的要因、地震災害

連絡先： 〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 山梨大学工学部 循環システム工学科 片谷研究室

電話番号 (FAX 兼用)： 0552-20-8492

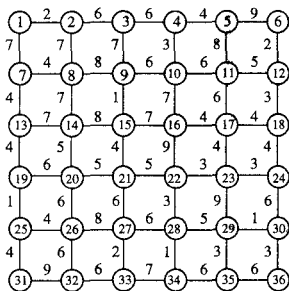
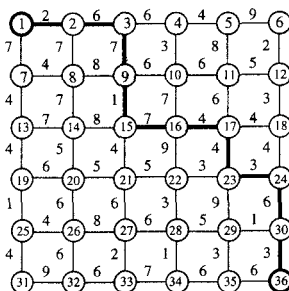


図 1. サンプルネットワーク

3.0 とした。尚、サンプルネットワークの各リンクに示す数値はリンク通過に要する時間（分）を表す。また、避難者の出発点をノード 1、避難場所をノード 36 とし、避難者がノード 1 を出発してから 9 分後にノード 3 とノード 9 を結ぶリンクに途絶が生じ、出発後 21 分後にノード 15 とノード 21 を結ぶリンクに、出発後 30 分後にノード 22 とノード 28 を結ぶリンクにそれぞれ途絶が生じると仮定した。

以下に、心理避難モデルの主な避難経路と、その経路に対する最遅避難モデルの避難余裕指数を示す。

以上から、最遅避難モデルでは避難可能な経路であっ



総経路長：43 通過不可能リンク：なし 避難余裕指数：1

図 2-3. 避難経路 (3)

たとしても、心理避難モデルでは避難不可能となることがわかる。特に顕著なのが 図 2-2 の避難経路であるが、これは最遅避難モデルでは最適避難経路となっているに対して、心理避難モデルでは避難者が避難場所まで到達することができないという結果となっている。このことから、心理避難モデルは少なくとも従来のモデルとは異なった結果を与えることがわかる。一般に、人間の行動には判断のミスが不可避であると考えられることから、この結果の差違は、より安全な避難のために重要であるといえる。

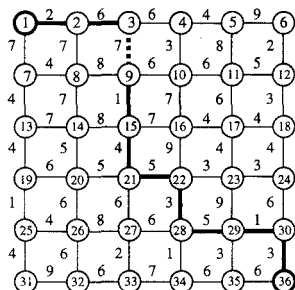
6. まとめ

ここでは、まず、人間の行動に影響を与える要因を仮定した。そして、人間の心理を反映した心理避難モデルを構築し、試算を行って最遅避難モデルと比較することで心理避難モデルの有効性を検討した。

今後の課題として、心理要因を分類し、災害の状況に応じた不確定性に結び付けること、それらを可能な限り定量化すること、更に他の要因の不確定性についても検討することなどが挙げられる。

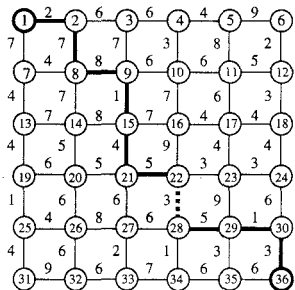
参考文献

- [1] 安倍 北夫：自然災害の行動科学，福村出版（1988）
- [2] 李 載吉：拡張最遅避難モデルに基づく避難誘導からみた避難計画の評価，筑波大学都市防災研究成果集（第 I 集）pp67-72（1993）
- [3] 増山 格：大地震時広域避難計画検討のための最遅避難モデルの開発，筑波大学都市防災研究成果集（第 I 集）pp7-12（1993）
- [4] 増山 格：最遅避難モデルによる大地震火災時の広域避難計画の評価，筑波大学都市防災研究成果集（第 I 集）pp13-18（1993）



総経路長：37 通過不可能リンク：3 → 9 避難余裕指数：1

図 2-1. 避難経路 (1)



総経路長：39 通過不可能リンク：22 → 28 避難余裕指数：3

図 2-2. 避難経路 (2)