

京都大学大学院 学生員 宮崎祐丞 京都大学工学部 学生員 永廣一記  
 京都大学大学院 正員 堀智晴 京都大学大学院 正員 椎葉充晴

1 緒言 防災機関が災害時に行う災害対応行動を様々な条件のもとでシミュレーションできるモデルを開発することができれば、地域の防災システムの設計や問題点の抽出に大いに役立つ。このような観点から、地域防災計画に定められている規定をもとに、防災機関の情報伝達過程をシミュレーションするモデルが開発されている[1]。しかし、既存のモデルではスタッフの動員や情報の処理にかかる時間が明確に扱われていなかった。本研究では、災害対応に大きな影響を及ぼすと考えられる防災機関における初動体制移行過程を、それにかかる時間を含めてモデル化する方法を検討する。具体的には、防災活動を行う人員の動員にかかる時間が防災機関の体制移行にかかる時間の大部分を占めると考え、京都市地域防災計画(H6年度修正版)に示されているデータをもとに人員の動員にかかる時間のモデルを開発する。

2 防災機関の初動体制の時間のモデル化 過去の災害調査のみからは、災害対応の要素行動の開始・終了時刻、きっかけとなる事象を把握することができず、それにかかる時間のモデル化は困難である。そこで、ここでは地域防災計画にまとめられたデータから防災機関の初動体制移行にかかる時間のモデルの開発を試みる。防災機関の体制移行にかかる時間の大部分は職員の動員にかかる時間が占めると考えることができる。京都市地域防災計画[2]の、各部局において災害対応行動に従事することのできる職員数を経時的にまとめた表を用いて職員の動員にかかる時間の推定を行った。スタッフの到着が、単位時間あたりの平均到着人数が $\lambda$ 、微小な時間に2人以上到着することは無視し得る、重複のない区間におけるスタッフの到着は独立である、と仮定すると、動員指令にもとづくスタッフの防災機関への到着はポアソン過程とみなすことができ、単位時間の到着人数 $x$ の分布は、 $p(x) = \frac{\lambda^x}{x!} \exp(-\lambda)$ に従うと考えることができる。この分布に従った乱数を発生させることにより、各時間ごとに防災機関ごとの時間別参集人数を求めることにした。また、平均 $\lambda$ に動員のしやすさを表すパラメータ $\alpha$ を掛け合わせることで、様々な状況でのシミュレーションを可能にした。

シミュレーションモデルの構築には、オブジェクト指向プログラミング手法を用いた[3]。この手法を用いることにより、個々の防災機関をオブジェクトに対応させることでより現実に近い形でのシミュレーションを行うことができる。モデルは図1で示すようなクラス構造をもとに開発した。RandomNumberは、ポアソン分布の分布形を決定づける平均Averageを保有し、それによって乱数を発生させる。Agencyは、個々の防災機関に相当するものであり、名前、動員指令を受けてからの時間、防災機関の総人数、現在動員している人数、体制別必要動員人数、RandomNumberクラスを保持する。AgencyManagerはシミュレーション全体を通しての実時間を保有し、Agencyを統括し全体の体制移行を制御する。本研究では、このモデルを用いて、シミュレーションを行った。

3 適用と考察 今回、シミュレーションは職員の標準的な動員状況( $\alpha = 1$ )、迅速な動員状況( $\alpha = 1.5$ )、困難な動員状況( $\alpha = 0.1$ )の3パターンについて行った。図2は、 $\alpha = 1$ での3号体制が完了するまでにかかる時間の様子を表している。横軸は動員指令が出てからの経過時間であり、縦軸は各部局での総人数に対する動員できた職員数をパーセントで表している。図中の折れ線は各部局の動員状態を表しており、時間軸に平行にプロットされている部分は、指令された体制がその部局では完了しているが他の部局ではまだ完了していな

キーワード: 地域防災計画、防災機関、災害対応行動、初動体制移行過程、洪水災害

連絡先: 〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5095

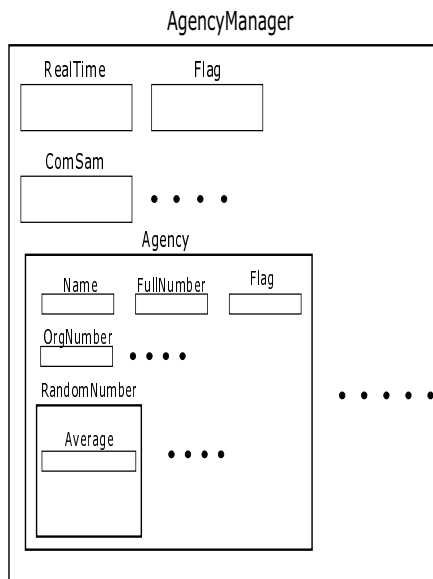


図 1 クラスの構造図

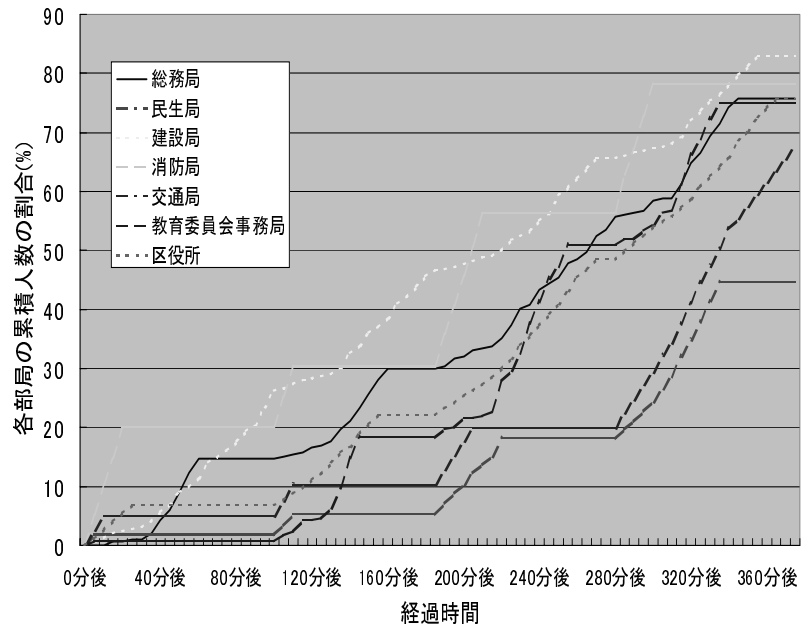


図 2 適用結果

いために、それ以上職員の動員を行わずに待機している状態を表している。つまり、待機の時間が長いほどその部局では迅速に体制移行が行われていることになる。この結果からは、災害対応の中心的役割を果たす消防局はやはり迅速に体制を移行することができるようであるが、それに対し、同様の役割を果たすべき建設局は体制移行に時間を要していることが分かる。

4 適用と考察 今回、シミュレーションは職員の標準的な動員状況 ( $\alpha = 1$ )、迅速な動員状況 ( $\alpha = 1.5$ )、困難な動員状況 ( $\alpha = 0.1$ ) の 3 パターンについて行った。図 2 は、 $\alpha = 1$  での 3 号体制が完了するまでにかかる時間の様子を表している。横軸は動員指令が出てからの経過時間であり、縦軸は各部局での総人数に対する動員できた職員数をパーセントで表している。図中の折れ線は各部局の動員状態を表しており、時間軸に平行にプロットされている部分は、指令された体制がその部局では完了しているが他の部局ではまだ完了していないために、それ以上職員の動員を行わずに待機している状態を表している。つまり、待機の時間が長いほどその部局では迅速に体制移行が行われていることになる。この結果からは、災害対応の中心的役割を果たす消防局はやはり迅速に体制を移行することができるようであるが、それに対し、同様の役割を果たすべき建設局は体制移行に時間を要していることが分かる。

5 結語 本研究では、災害対応初動体制移行にかかる時間を推定するモデルを開発し、シミュレーションを行った。しかし、より十分な分析を行うために、初動体制移行以外の各種災害対応行動にかかる時間のモデルを構築し、既存の情報伝達を再現することのできるモデルと組み合わせることが今後の課題となる。

#### 参考文献

- [1] 堀智晴, 瀧健太郎, 高棹琢馬: 洪水に関する地域防災計画の構造分析モデルに関する研究, 水工学論文集, 第 42 巻, 1998.
- [2] 京都市防災会議: 京都市地域防災計画, 1994.
- [3] Cox, B.J.: オブジェクト指向のプログラミング, 1988.