

京都大学工学部 学生員 ○ 永廣一記 京都大学大学院 学生員 宮崎祐丞
 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 過去の水害事例の調査 防災機関の情報伝達過程と、それ以外の具体的災害対応行動やそれらにかかる時間をモデル化するためには、災害対応行動を構成する要素的な行動単位にどのようなものがあるか、伝達すべき情報を作り出す要素行動にはどのようなものがあるか、これら要素行動にかかる時間は、主に何に依存して決まるか、を知らなければならない。そこで、過去の水害事例を調査し、災害時にはどのような行動がとられているのか、またその時間経過はどうであるかを調べた。しかし、今回は調査した事例からは、行動の起点となる時刻とその行動の終了時刻を判断することのできる記述が少なく、行動別にそれに要した時間を抽出することは難しかった。また、防災体制への移行や、各種災害対応行動がとられる時刻は、災害を引き起こす自然現象の進行状況に大きく依存する。災害対応行動を分析するには、更に、災害対応行動を構成する要素行動が起こされる条件、その条件が成立した時刻、その要素行動が完結した時刻、その行動に費やされた資源、といったことを災害調査において記録しておく必要が

あると考える。これらの記録を積みあげていくことができれば、各種要素行動にかかる時間のモデルの構築も可能であると考えられる。

3 防災機関の初動体制の時間のモデル化 前節で過去の災害調査のみからは、災害対応の要素行動とそれにかかる時間のモデル化は困難であることがわかったので、ここでは地域防災計画中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。

まずは、防災機関の体制移行を行うときにとられる行動を地域防災計画をもとに整理した(図1参照)。これから、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]に、各部局において応急対策に従事することのできる職員数を時系列にまとめた表が掲載されていたので、これを用いることにした。具体的には、スタッフの到着が、単位時間あたりの平均到着人数が λ 、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 λ に動員のしやすさを表すパラメータ α 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2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、それに従って乱数を発生させる。Agencyは、個々の防

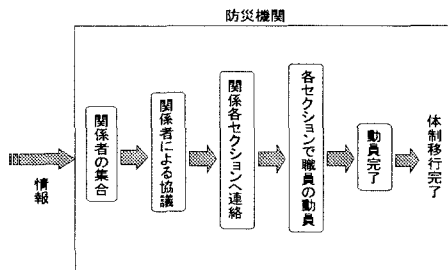


図1 防災機関での体制移行に必要な手続き

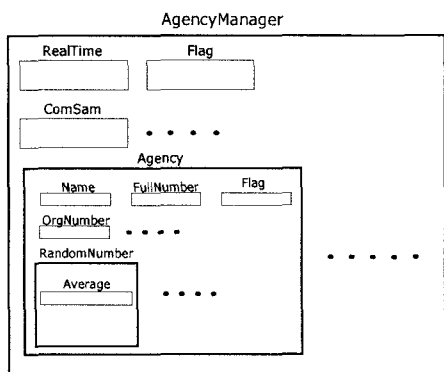


図2 クラスの構造図

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。

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3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

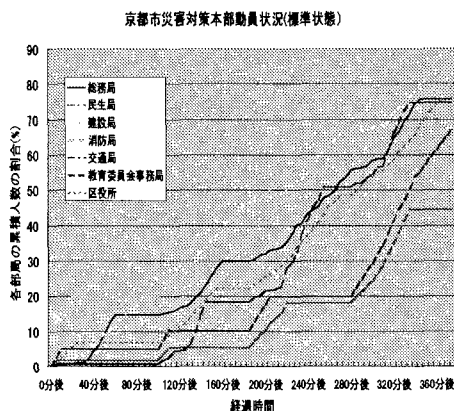


図3 適用結果

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.