

火災避難行動における IC タグの活用とその有効性

関西大学大学院社会学研究科 大東正虎

関西大学大学院経済学研究科 村上雅俊

関西大学経済学部 谷田則幸

1. はじめに

本稿では小学校をモデルとして IC タグを利用した避難誘導のシミュレーションを行い、火災避難行動における IC タグの活用とその有効性を考察した。

マルチエージェントシミュレーションの実装には建部ら(1999)が行った単独避難の経路選択傾向のデータを参考にした。建部らは、火災の際に小学校の児童が単独で火災室を回避して避難できるかどうかを調べるために、小学生 2 年生、4 年生、6 年生の被験者総数 2471 人に対して実験を行っている。この研究においては、あらかじめ各児童に平面図上で、現在地、火災室、避難場所を理解させた上で彼らがどのような避難行動を取るかが調べられた。その結果、児童が単独で現在地と火災室との位置関係を的確に把握して避難することは困難であることが明らかになった。このような問題を解決する方法として IC タグの利用が有効であると考えられる。IC タグには ID を識別する能力があるため、IC タグリーダーの読み取り範囲内に IC タグを身につけた児童がいれば、その児童がどこにいるかを正確に把握することができる。このような IC タグの特性を応用して、避難行動をとる児童に火災室の情報とともに通路の混雑状況の情報などを与えることができれば、児童は、安全かつ効率的な通路を選択して避難できると考えられる。

2. シミュレーションモデル

2-1 エージェントの持つ属性と行動ルール

本稿では、建部ら(1999)が行った単独避難の経路選択傾向のデータをもとにして児童エージェントの行動ルールをモデルに組み込んだ。また、IC タグから得た情報を表示するエージェントとしてモニタエージェントを組み入れた¹⁾。

IC タグの有無にかかわらず、基本的に児童エージェントがとる行動ルールは以下のとおりである。

- (1) 進行方向が複数ある場合、一定の確率でどちらかを選び、選んだ方向に進む²⁾。

- (2) 自身の進行方向に対して 1 つ前のセルを見ながら移動し、進行方向に他の児童エージェントが存在する場合、それに後続して並ぶ。

- (3) 他のエージェントに後続して並んだ後、逆方向の通路に児童エージェントがいなければ、Uターンして逆方向の通路に出る³⁾。

児童エージェントは、IC タグを持たない場合に火災が発生すると、先に示した行動ルール(1)~(3)をもとに、自らが通常利用する経路を通過して避難する。IC タグがある場合には、モニタエージェントが持つ各階の階段の混雑状況についての情報を受け取り、より混雑の少ない階段を選んで避難する。また、モニタエージェントは、基本的に、火災の発生場所に児童エージェントが近づかないように情報を与え続ける。

2-2 児童エージェントとモニタエージェントの配置

一般的な小学校の校舎を想定し、理科室と給食室での火災が発生した場合、また IC タグがある場合と無い場合という、合計 4 つのモデル(理科室・タグ無し(モデル 1)、給食室・タグ無し(モデル 2)、理科室・タグあり(モデル 3)、給食室・タグあり(モデル 4))を構築した。

図 1 はシミュレーションの全体像を示したものである。学年ごとに色分けしており、6 学年(茶色)、5 学年(青色)、4 学年(桃色)、3 学年(緑色)、2 学年(水色)、1 学年(黄色)で示している。4 階に理科室と 4 クラス、3 階に 5 クラス、2 階に 5 クラス、1 階に 4 クラスと給食室を配置した。1 クラス当たりの児童エージェント数を 20 にし、合計 18 クラスに児童エージェントを配置した。児童エージェントの総数は 360 である。また、オレンジ色の部分がモニタエージェントである。

建部ら(1999)のデータをもとに、火災の発生場所を理科室と給食室に限定した。表 1 は建部らが示した学校での避難訓練時に想定される火災の発生場所である。これを参考に、我々のシミュレーションモデルでは、1 階に「給食室」、4 階に「理科室」を設置し、同時に火災はおこらないものとした。なお、校舎の廊下は、片側に 2 エージェントが通り、同時に 4 エージェントが通れる幅とした。また、階段は、片側に 1 エージェントが通り、同時に 2 エージェントが通れる幅とし

連絡先：大東正虎， 関西大学大学院社会学研究科
〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3 丁目 3 番 35 号
eb2d101@ipcku.kansai-u.ac.jp

1) IC タグの情報は、IC タグリーダーによって読み取られた後、情報を集中管理するコンピュータを経由してモニタエージェントに表示されることを前提としている。

2) 教室を出る場合、高学年ほど最寄りの階段に向かう確率を高く設定している。

3) 低学年になるほど Uターンする割合を高く設定している。

た。児童エージェントは矢印の方向へ動く。

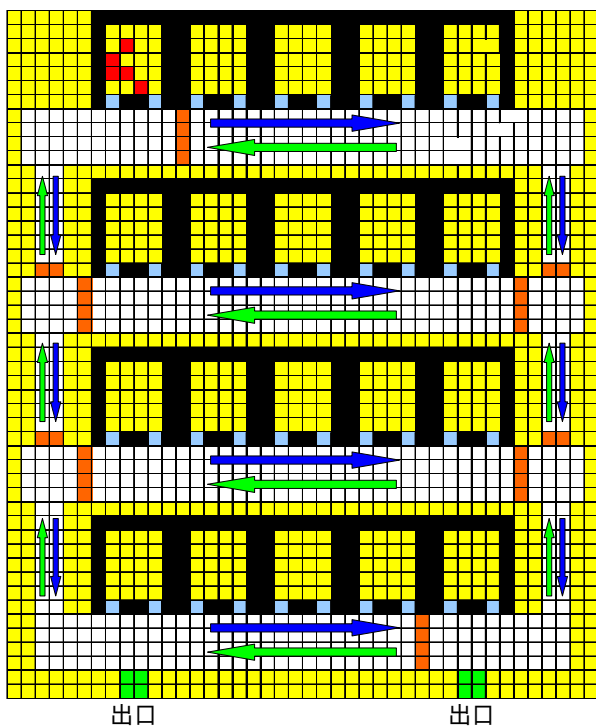


図1 シミュレーションの全体像

表1 避難訓練時に想定される火災の発生場所

教室	割合
給食室	81.8%
理科室	36.4%
家庭科室	27.3%

(出所) 建部謙治・鈴木賢一・小森圭一(1999)

3. シミュレーションの実行

火災発生時に児童エージェントが通常避難(ICタグを使用しない)行動をとった場合とモニタエージェントから火災・階段の児童数についての情報を得ながら避難する場合とで、どのような差異が発生するのかを考察した。

上記の4モデルについて、各30回ずつシミュレーションを行った。全児童エージェントが校舎から避難した時点がシミュレーション終了時点である。得られるデータは、下記の5つである。

- (1) 火災室前を通過した児童エージェント数(学年別)
- (2) ステップ開始からの避難時間(学年別)
- (3) 250ステップ目で残っている児童エージェントの数
- (4) 最終ステップ数
- (5) 回避率 = $\frac{\text{全児童数} - \text{火災室を回避できなかった児童数}}{\text{全児童数}} \times 100$

データ(1), (5)は実際に児童エージェントがモニタエージェントより情報を得ることで、どれだけ安全に避難出来たか

を示すデータであり、ステップ毎に集計している⁴⁾。データ(2), (3), (4)は、どれだけ安全に避難できたかということに加えて、どれだけ早く避難できたかを示すデータである。

このように、我々は、児童エージェントが安全に避難することに加えて避難行動の時間も集計できるようにした。

4. 結果の考察

通常避難行動(モデル1, モデル2)の場合、児童エージェントの避難行動は、図2, 図3に示されるように、火災現場が「理科室」と「給食室」の場合で異なる。

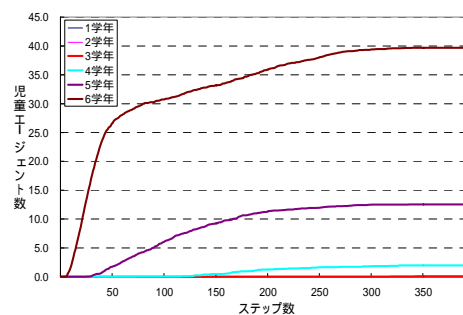


図2 理科室を通過した児童の行動パターン(通常避難)

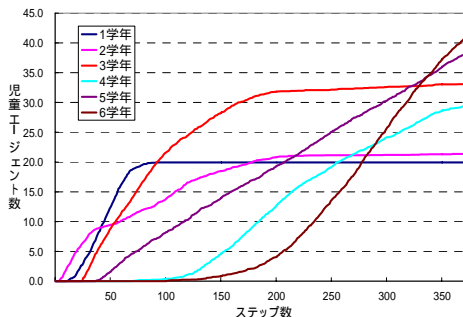


図3 給食室を通過した児童の行動パターン(通常避難)

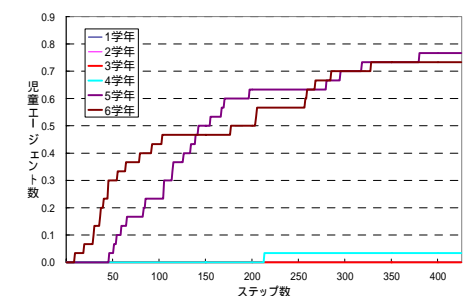


図4 理科室を通過した児童の行動パターン(ICタグ使用)

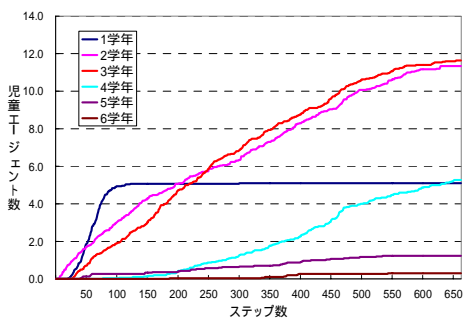


図5 給食室を通過した児童の行動パターン(ICタグ使用)

4) ただし、モニタの情報を正確に判断して避難できる児童は低学年ほど低くなるものと予測されるので、低学年になるほどモニタエージェントの情報を無視する割合を高く設定している。

「理科室」を4階に配置したため、主に4階にいる児童エージェントが避難行動を取る際に通過することが多い。そのため、ステップの初期段階で火災室の前を通過する児童エージェントが増え、徐々に通過しなくなる。

「給食室」は、1階に位置し、片側の出口に面している。上階から降りてきた児童エージェントが順次出口に向かって避難するため、初期段階から次々と火災室前を通過して避難する。そのため、ステップ毎に回避率が下がっている。こうした事態は、建部らの研究と合致する。つまり非同一階では、火災室を回避せずに日常的に使っている経路を選択してしまう傾向にあるのである。

ICタグを使用した場合のモデル(モデル3,モデル4)では、図4、図5で示すように火災室前を通過する児童エージェントが減っている。これは、モニタエージェントが児童エージェントに対して火災室を回避するための情報を与え、児童エージェントが避難経路を選択したためである。

特に給食室前は、ほぼ全学年のエージェントが共用する場所であるので、学年によって、回避に差ができていくことがわかる。

表2 理科室を火災室にした場合の平均値

	250ステップ時残り児童	最終回避率(%)	最終ステップ数
通常避難	100.00	84.90	426.23
ICタグ使用	96.37	99.57	461.37

表3 給食室を火災室にした場合の平均値

	250ステップ時残り児童	最終回避率(%)	最終ステップ数
通常避難	102.20	47.62	441.30
ICタグ使用	186.40	90.26	699.43

「理科室」を火災室として想定した場合、表2に示すように、250ステップでICタグ使用モデルの残りの児童エージェントは、96.37であった。これは、通常避難モデルの100.00よりも3.63少なく児童エージェントが残っていたことを示すが、最終ステップ数では通常避難よりも35.14ステップ遅く終了している。これは、モニタエージェントから情報を得た児童エージェントが混雑の少ない階段を利用したにもかかわらず、校舎を出るのが遅れたことを示しているが、回避率は15%近く向上している。

「給食室」を火災室として想定した場合、表3から250ステップでICタグを使用したモデルの残りの児童エージェントは、186.40であった。これに対し、通常避難のモデルは102.20である。これは、給食室の前に出口があり、その出口を回避する情報をモニタエージェントが児童エージェントへ与えたことで、事実上出口が1つだけになったためである。

5. まとめ

本稿では、建部らが行った単独避難の経路選択傾向のデータをもとにしてマルチエージェントシミュレーションモデルを構築し、ICタグの有無による児童エージェントの避難行動の差異を、安全性と時間という点から考察した。最後に今後の課題を述べることでむすびとしたい。

現在の我々のモデルは、学年別での児童エージェントの個性が少ないため、シンプルなモデルとなっている。また、鈴木ら(2005)が行っている火災に対する判断についての研究では、誘導型の避難訓練によって、「指示待ち」の児童が多いことが報告されている⁵⁾。これらをもとに、児童エージェントに年齢という属性を持たせ、それを基準に行動ルールを変化させれば、より現実に即したモデルの構築が可能であると考える。

また、児童エージェントを取り巻く環境も変えていく必要がある。たとえば、火災発生からの経過時間に応じて避難経路の環境を動的に変化させることで、エージェントの行動ルールも動的に変化するとと思われる。さらに、ICタグの効果の有無を調べるためには、回避率の向上と避難する際の時間的なりミットとの考察が必要になる。また、児童エージェント毎にスピードの変化を設けるなど、更なるモデルの精緻化が必要である。これらは今後の課題としたい。

謝辞

モデルを作成する段階において、株式会社構造計画研究所の玉田正樹氏に数々の助言をいただきました。ここに記して、感謝致します。

参考文献・資料

- ・清水雅史(2004),「ユビキタス社会を実現するRFIDの現状と課題について」,『情報処理学会研究報告』,MBL,29,pp.49-52,情報処理学会.
- ・鈴木賢一,建部謙治,吉岡竜巳(2005),「小学校複合化施設における児童の火災非難行動に関する研究」,『日本建築学会計画系論文集』,No.595,pp.41-47,日本建築学会.
- ・滝澤修,柴山明寛,細川直史,久田嘉章(2005),「RFIDを用いた被災情報収集支援システムの研究」,『情報通信研究機構季報』,pp.247-263,Vol.51,Nos.1/2,情報通信研究機構.
- ・建部謙治,鈴木賢一,小森圭一(1999),「単独避難の経路選択傾向 - 学校における児童の火災避難行動に関する基礎的研究(その1)」,『日本建築学会計画系論文集』,No.515,pp.159-164,日本建築学会.
- ・吹田市立古江台中学校用 古江台中学校生徒安全確保実証実験運用マニュアル,ICタグ生徒安全確保実証実験推進グループ.

⁵⁾ 通常、小学校の避難訓練は、校内放送や担任の先生の誘導によって行われるため、「指示待ち」を選択する傾向が高い。このように、小学校では、火災時に迅速かつ適切な指示が必要とされる。2年生,4年生,6年生を対象にアンケートによる避難行動予測を調査している6年生の火災を想定した避難行動予測で最も多かったのは「指示待ち」の36%である。4年生では、「指示待ち」を選択したものが40%以上あり,2年生でも「指示待ち」を選択したものが36%である。