



大学の講義棟における災害時避難に関する一考察

北島徹也¹⁾、伊津野和行²⁾、八木康夫³⁾、大窪健之⁴⁾

- 1) 非会員 西日本電信電話株式会社 (研究当時、立命館大学大学院生) 工修
e-mail : kitajima.tetsuya@hokuriku.ntt-west.jp
- 2) 正会員 立命館大学理工学部 教授 博(工)
e-mail : izuno@se.ritsumei.ac.jp
- 3) 正会員 関西学院大学総合政策学部 教授 博(工)
e-mail : yagi567@kwansei.ac.jp
- 4) 非会員 立命館大学理工学部 教授 博(工)
e-mail : okubo-t@se.ritsumei.ac.jp

要 約

大学の講義棟は、多人数が同時に滞在する施設であり、曜日や時間帯によって利用状況は変化する。本研究は、市販の避難シミュレーションソフトウェアによって講義棟から外へ避難する状況について検討し、災害時の安全性向上への基礎資料を提供とすることを目的とした。その結果、避難状況は効率ごとに3段階に分けられ、それぞれの時間を短くする対策が必要であることを示した。避難誘導だけでは効果が低い結果となったため、物理的な対策も重要であることが明らかとなった。

キーワード： 避難シミュレーション、避難誘導、大学キャンパス

1. はじめに

地震災害や火災が発生すれば、その場所に居合わせた人々はその場所固有の条件の下で避難を余儀なくされるため、その場所特定の避難計画が必要である。避難計画を考える上では、その場所固有の条件下での避難行動をできるだけ正確に把握し、その危険性を評価することが重要である。

災害時における避難に関するシミュレーションによる研究は、近年、計算機能力の向上にともなってその数が増えてきている。2000年以降の十年に限っても、設定したセルの状態を時系列的に変化させていくセルオートマトン系の方法¹⁻³⁾、DEMやポテンシャル法により人の流れを物理法則を主体に検討する方法⁴⁻⁷⁾、エージェントモデルを利用して人の動きを表現する方法⁸⁻¹⁸⁾ 等がある。津波、洪水、火災といった災害に対する都市の安全性を向上させるためには、避難実験の実施が安全上難しいことから、過去の災害の検証や将来の災害対策の検討に、今後ますますシミュレーションによる検討例が増えていくものと考えられる。

一方、大学キャンパスの防災に関する研究としては、教室配当方法や緊急地震速報の利用法の検討など¹⁹⁻²⁵⁾があるが、企業のBCPに関する積極的な研究に比べると、さほど活発に行われているとは言えない。大学キャンパスは学生や教員以外にも様々な人々が行き来する場であり、その安全性向上は重要な課題である。また、大学構内には実験室や食堂があり、地震が発生すれば火災などの二次災害が発生

することも想定され、避難について平常時から検討しておくことが望まれる。

このような背景のもと本報告では一例として、立命館びわこ・くさつキャンパスの講義棟を対象に、避難シミュレーションを行った。従来の研究は、シミュレーション手法の開発に主眼がおかれたものが多いが、ここでは主にシミュレーションの適用と結果について検討するものとした。その結果に基づき建物の改善・改修、避難誘導や使用教室の割り当てなどが、避難状況にどのような効果があるかについて検討した結果について報告する。

地震直後に大勢の学生がいっせいに屋外へ出ることは危険を伴う。そのため、授業中に大地震が発生した場合には、教員が中心となって全員を落ち着かせることが肝要であろう。しかし、大地震時には種々の想定外な出来事が出現し、全員を建物外へ速やかに避難させねばならないことや、あるいは学生たちが勝手に外へ出てしまう事態も考えられる。その際、どのような状況になり、何分程度で全員が外に出ることができるのか事前に把握しておくことは、今後の震災対策策定に向けた基礎情報として有用だと考えられる。本報告ではこのような前提のもと、建物内の人間を出口から全員避難させるというシミュレーションを行った。

2. 対象とする建物のモデル化

本研究では、日常多くの学生が利用し、授業間の休み時間に混雑が見られる講義棟（図1）を対象に避難シミュレーションを行った。対象建物は1994年建設の3階建て、24部屋、延床面積5055.82m²である。各階の平面図を図2に示す。1階は定員84名の部屋が12室、2階と3階は定員215名の部屋がそれぞれ6室ずつある。階段は左右端にそれぞれ設置されている（階段A、階段Bと表示）。エレベーターも設置されているが、本研究ではエレベーターを使つての避難は考えないことにした。また2階と3階の左右端にある非常口も使わないこととし、1階左右端の出口Aと出口Bを使用することとした。建物の特徴は以下のとおりである。

- ・多くの授業が行われており、多人数が使用しているが、災害時に注意を要する実験機器や薬品はない。
- ・廊下が直線的で建物の両端に階段、出入口がある為、経路は迷わず避難できると考えられる。
- ・机、椅子が固定されている為、教室から廊下に出にくい面がある。逆に、机や椅子が散乱して避難を妨げることはない。



図1 講義棟外観写真

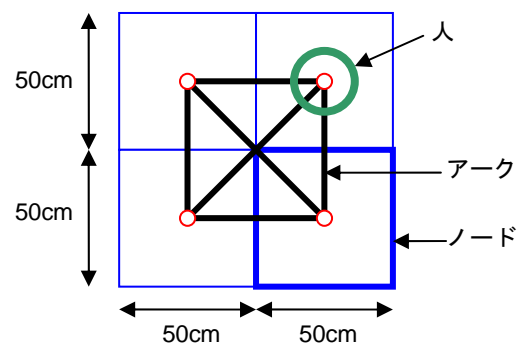


図3 ノードとアーク

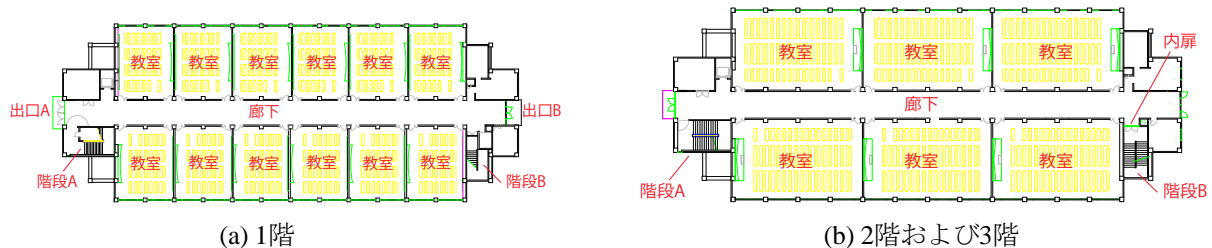


図2 講義棟平面図

・授業前後の時間では階段、扉の付近が多くの人で混み合っている。

避難シミュレーションは、市販のソフトウェアbuilding EXODUS²⁶⁾を使用した。本ソフトウェアでは、図3のように人の専有面積を50cm×50cmのノードと呼ばれる正方形でモデル化し、各ノードをアークと呼ばれる線で結んで人の移動可能方向を表現している。1つのノードには、同時に1人しか存在し得ず、人はアークに沿って移動する。人の移動速度は、避難安全検証法に関する告示²⁷⁾で定められている学校における階段以外の歩行速度78m/分(=1.3m/s)を参考に、多少幅を持たせて1.2~1.5m/sを乱数で与えることにした。移動方向は設定した出口に向かうものとした。

4章でも述べるが、本ソフトウェアは最初からそれぞれの人が出て行く出口を指定しなければならないという制約がある。したがって、混雑具合に応じて途中で出口を選択し直すということはできない。そのため、本シミュレーションは、当初から逃げる出口を本人が決めている場合の結果を示すことになり、途中で経路変更する場合に関する考察は今後の課題としたい。

固定されている机は障害物として扱い、そこには図3のノードを設定しない。その他の通路や階段と教室すべてにノードを設定した。

なお、通常、図2(a)の左側出口Aの扉は同時に2人、右側出口Bの扉は同時に1人が通れるように扉が開けてあるので、シミュレーションでもその条件とした。また、図2(b)の2階および3階の右側階段Bは非常口として設定されており、廊下から階段Bに出るには鉄の内扉を開ける必要がある。この扉は同時に1人通れるものと設定した。各教室には前後2カ所に出口があり、それぞれ同時に1人通れるものとした。

3. 現状に対する避難シミュレーション

シミュレーションを行うに際し、まず学生に対してアンケート調査を行った。実験対象講義棟で実際に受講している学生に授業後に回答してもらい、その場で回収した。内容は講義棟の講義室を含むさまざまな場所にいる場合に、両端2箇所にある階段や扉のどちらへ逃げるかを問うものである。計85人から得られたアンケート結果の傾向を以下に示す。

- ・避難方向としては、今いる場所から近い階段や扉からの避難がほとんどである。しかし、4~7%は他方向を答える学生がいた。
- ・同じ距離に2つの扉がある場合においては、キャンパスのメインストリート側(図2の左、出口A)に多くの人々が避難する傾向にある。これは普段メインストリート側を使っている学生が多いため、慣れている方向に逃げる傾向があるためだと考えられる。

この調査は平常時に聞いた意見のため、災害時の行動とは差があるものと考えられるが、特異な結果でもないと考えられる。よって、各部屋から近い方の階段もしくは扉を使用し、2階と3階の中央の部屋からは半分ずつ左側出口Aと右側出口Bから避難する、という状況をまず基本ケースとして設定した。そして、2階と3階の中央の部屋からは、すべてメインストリート側の出口Aから避難するケースを、次章で検討することとした。

この講義棟の使用状況を調べると、2009年度にもっとも受講人数が多かったのは、月曜午前10:40からの講義時間で1663名であった。この時間帯の教室配当と受講人数は図4のようになっており、この条件(現状ケースとする)の下で避難シミュレーションを行った。また、最も条件の厳しいケースについても検討するため、各部屋の定員(1階は各84名、2階と3階は各215名)いっぱい人が入っているという条件(人数最大ケースとする)でもシミュレーションを行った。これは、現状ケースでは教室利用状況が不規則なため、均等に各部屋が利用されている場合の避難状況について検討するためである。

図5に現状ケース、図6に人数最大ケースの避難完了率の時間変化を示す。それぞれ、全体の避難完了率に加え、そのうち出口Aを使った人と出口Bを使った人のグラフも表示した。

避難完了時間は、図5に示した現状ケースでは23分、図6に示した人数最大ケースでは48分であった。どちらの図も、時間経過に伴って傾きが2回変化していることがわかる。最初の数分(図5で3分、図6で8分)が一番傾きが大きく、これを図ではⅠ期とした。次に少し傾きの小さな時間(図5で19分まで、図6で40分まで)が続くので、これをⅡ期とした。最後の数分はもっとも傾きが小さく、これをⅢ期とした。

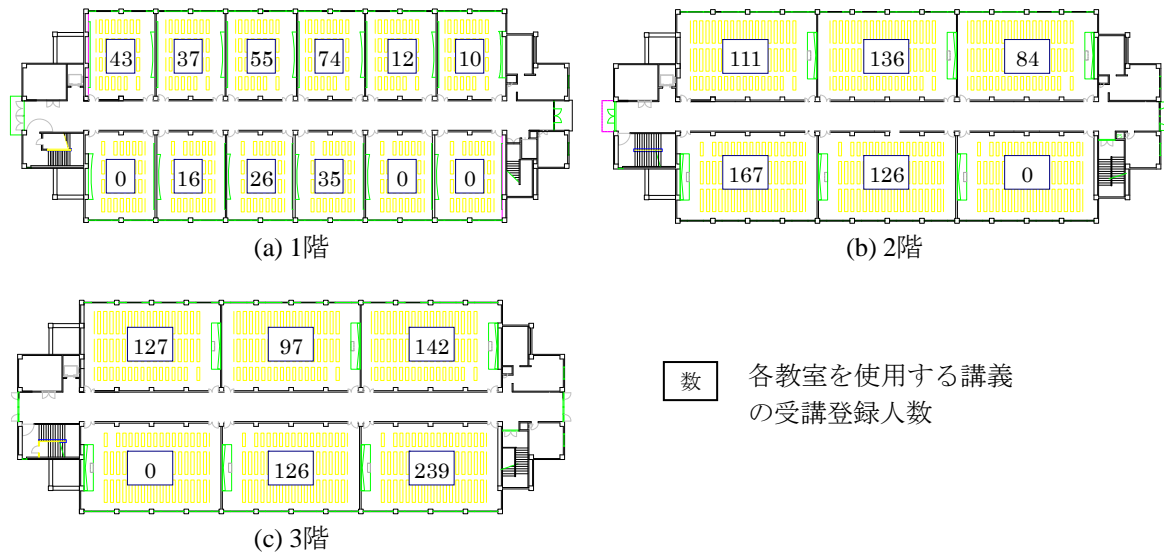


図4 現状ケースにおける各教室の人数配分

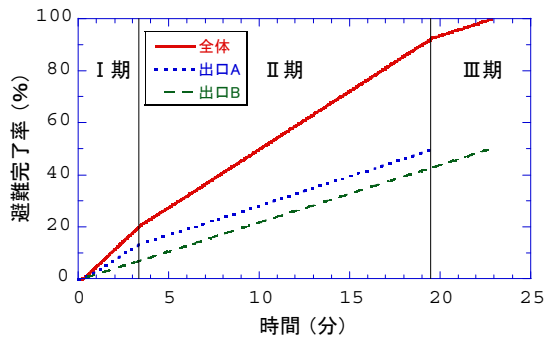


図5 現状ケースにおける避難完了率

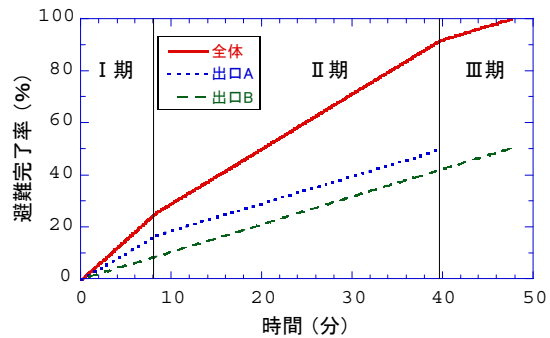


図6 人数最大ケースにおける避難完了率

I期で1階の人がすべて避難完了しているため、I期の継続時間は1階にいた人の数で決まることになる。III期は2ヶ所の出口のうち、1ヶ所からの避難が完了し、残りの1ヶ所からのみ避難している期間である。

図5と図6を比較すると、人数の違いによって時間の違いはあるが、グラフの傾向は同じでほぼ相似形だということがわかる。教室配当の不規則さは、結果にほとんど影響していない。これは、階段や出口ですぐに混雑が生じるため、各出口から避難する人の割合がほぼ等しければ、初期の段階において教室から出口もしくは階段までの距離の影響は小さいためだと考えられる。

出口Bは同時に1人しか通れないため、最初から最後まで常に一定の傾きで人が避難していることがわかる。それに対して出口Aは同時に2人避難できるようになっているため、I期とII期とで傾きが変わっており、II期で避難が終了している。シミュレーション結果を詳しく見ると、出口AではI期とII期とで次のようなことが起きていた。I期では、1階の人と上階から降りてきた人とがほぼ同時に2人ずつ避難していた。II期では、1階の人が出口Aから出終わり、上階の人が階段室で混雑して、出口Aの2人分のスペースの1つに回り込むのに多少の時間がかかり、同時には1人しか出ていない状況も見られた。そのため、I期では出口Aから2人、出口Bから1人が同時に出てもっとも効率よく避難し、II期では出口Aからも出口Bからもほぼ1人ずつが避難、そしてIII期では出口Bからのみ1人ずつ避難が継続していた。

本シミュレーションでは、2章で述べたように1.2~1.5m/sで人が動くこと想定している。図3に示した1m×1mのノードが出口にも設定されており、出口を通過するのに2m動くとする、ここを1分間に通過する人数は60秒÷2m×(1.2~1.5)m/s=36~45人となる。図5のケースで出口Aについて調べると、I期で平均72人/分、II期で38人/分が外へ出ていた。一方、出口BではI~III期を通じて平均36人/分であった。II期においては出口Aと出口Bの平均的な通過人数があまり変わらず、前述の通り、出口Aから同時に2

人外へ出ることができるという利点があり活かされていない。

また、グラフが各期間ごとにほぼ線形になっていることより、出口を通過するのに要する時間がわかれば、避難完了時間がわかる。本シミュレーションの対象建物のような単純な構造において、階段や廊下等で混雑が発生する状況では、避難完了時間は出口の通過時間にほぼ支配されるものと考えられる。出口を通過するのに要する時間は、人が動く速度（本計算では1.2~1.5m/s）と出口を通過するために歩く長さ（本計算では2m）から、ほぼ計算できることになる。

I期、II期、III期のうち、II期が最も時間のかかる結果となっている。またIII期は出口Bからしか避難していない。このため、すべての出口からの避難を均等にし、すべての出口からの避難をほぼ同時に完了させIII期をなくす、I期を短くし1階の人を早く避難させる、II期を短くし2、3階の人を早く避難させることが改善案として効果的であると考えられる。経過時間と避難完了人数の関係を示したグラフの傾きを大きくすることが、短時間で多くの人数を救えることになり、グラフの傾きを大きくできるような改善案が必要になってくる。

特にII期でグラフの傾きが小さいのは、階段や踊り場で人が密集しており、スムーズに避難することができていないためである。火災の場合は煙の充満、また地震の場合は余震の恐れもあり、できるだけ早くスムーズな避難行動が必要になってくる。また、避難完了時間は出口Bでの避難完了で決まっているため、出口Bの改善や、出口Bに避難している人を出口Aに誘導することが有効であるとも考えられる。

なお、広域を対象とした避難の場合には、I期の前半にもう少し傾きが小さい時間がしばらく見られる^{例えば¹⁸⁾}。最初の人が避難完了するまでに時間がかかり、その後もしばらくは足の速い少数しか避難完了しないという時間が存在するためである。しかし本対象講義棟の場合、講義室から出口までの距離が短いため、本シミュレーションではそのような時間がほとんど存在せず、最初から出口で混雑が発生する結果となっており、これは大学施設を対象としたシミュレーション結果の特徴の一つと言える。

4. 避難誘導効果に関する検討

次に、前章の結果を改善するため、避難誘導の効果について検証することとした。出口Bに避難している人を、広い方の出口Aへ誘導することで、どの程度結果が改善できるか検討した。前章に示した学生へのアンケート結果でも、2階と3階の中央の部屋からは、メインストリート側の出口Aへ逃げると回答した学生が多かった。よって、2階と3階の中央の部屋からは、何かあれば出口Aへ逃げるようにという指示を普段からしておくことにより、非常時にも出口Aから逃げるように誘導することは実現性が高い手段であると考えられる。そこで、2階と3階の中央の部屋からは、半分ずつ出口Aと出口Bに向かっていた現状ケースに対し、すべて出口Aに向かうよう誘導したケースのシミュレーションを行った。人数は、現状ケースと同じにした。

その結果の避難完了率を、現状ケースと比較したグラフを図7に示す。誘導することによって、II期を短くすることはできたが、かえってIII期が長くなって最終的な避難完了までは時間がかかる結果となった。誘導したケースの詳細を図8で見ると、約16分で出口Bの避難が先に完了し、現状ケースとは逆に出口Aからの避難が最後まで続く。教室の使用状況は曜日や時間ごとに変化することもあり、この誘導方法が効果のある場合もあると考えられる。しかし、このように逆効果になることもあるため、前もって避難方向を決めておくことが有効だとは言えない結果となった。

今回使用したソフトウェアでは、最初に設定した出口に向かって避難するアルゴリズムになっているため、出口Bの方がすいている場合にも、出口Aでの混雑は解消されないところに、このシミュレーションの限界があるのも事実である。しかしながら、非常時に他方の出口の混雑状況はわかりにくいことも考えられるため、避難誘導に対する過度の期待はできないと言える。よって次に、出口での混雑改善について物理的な対策を検討することとした。

なお、出口の途中変更による影響は、混雑の偏在を緩和するという長所と、新たな避難の流れを生じさせるという短所がある。前者については、本シミュレーション結果を基に考えておけば安全側の評価となる。後者については、新たな人の流れがスムーズな避難を妨げかねないことが懸念される。今後、他の手法によるシミュレーションも検討したい。

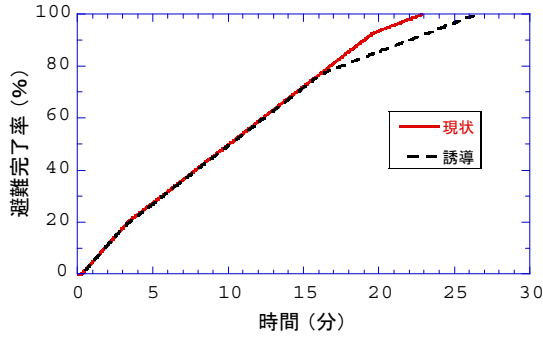


図7 誘導したケースと現状との比較

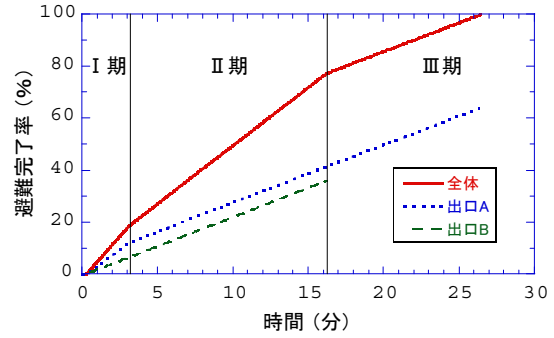


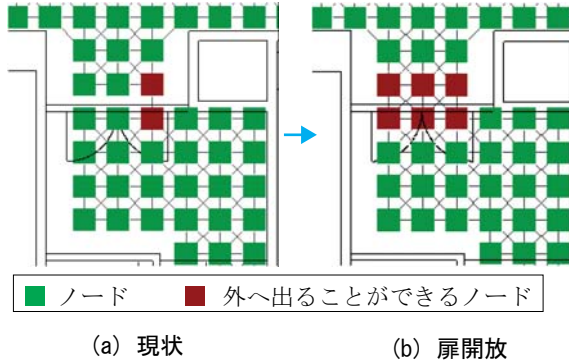
図8 誘導したケースの詳細



図9 出口A



図10 内扉



(a) 現状 (b) 扉開放

図11 内扉の開放

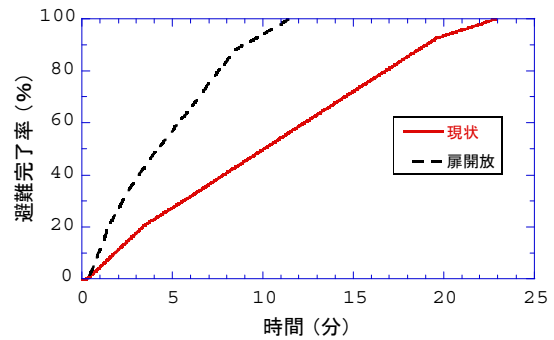


図12 扉を開放したケースと現状との比較

5. 扉改善効果に関する検討

ここでは、容易に実行可能な対策として、扉の開放による避難時間の改善について考察する。図2(a)の1階平面図において、左側の出口Aは、図9のように常時2人が同時に出ることができるようになっている。これは、4枚の扉のうち常時2枚が開けられているためであり、これを常時4枚開けていけば、実験により同時に6人は通れるようになることが明らかとなった。また、図2(a)右側の出口Bは、同様に2枚の扉のうち常時1枚が開けられているため、これを2枚開けておけば3人は通れるようになった。図2(b)の2階・3階平面図の右側、階段Bに出るための内扉は図10のようになっており、これは同時に1人しか出ることができない。ここを改良して同時に3人通れるようにすれば、かなりの改善が図れると考えられる。

以上の実験結果をふまえ、同時に外へ出られる人数を、出口Aで2人から6人、出口Bで1人から3人、内扉で1人から3人にそれぞれ増やしたモデルを作成した。図11は、図10の内扉を改良したことを想定した

モデル図であり、図11(a)の現状モデルでは1つの赤いノードからしか外へ出られなかったものを、図11(b)のように、3つの赤いノードから外へ出られるように設定した。出口Aと出口Bも同様である。シミュレーションの人数、使用教室、避難方向は現状の避難シミュレーションと同じとする。

図12にシミュレーション結果を示す。避難完了時間は23分から12分へと半減した。このことから、出口や内扉で同時に外へ出られる人数を3倍にしても、グラフの傾きは単純に3倍にならず、完了時間も1/3ではなく1/2にしかならないことがわかった。これは階段や踊り場、扉に向かう廊下で混雑が発生し、スムーズに扉までたどり着けていないためである。Ⅰ期は約3倍の傾きになるが、Ⅱ期が3倍にならない。これは3章で述べた状況と同じ理由からである。ともあれ、前章の避難誘導対策と比べると有効性は高く、このような単純な形状の建物の避難対策を考える場合、まずは物理的な対策を考えることが優先されるべきであることが明らかとなった。

6. まとめ

本報告は、大学キャンパスの講義棟から災害時に避難する場合の状況について、シミュレーションにより基礎的な検証を行ったものである。本研究で得られた結果は以下の通りである。

- 1) 避難は効率の変化から大きくⅠ期、Ⅱ期、Ⅲ期に分けることができた。避難効率を向上させるためには、すべての出口からの避難を均等にし、すべての出口からの避難をほぼ同時に完了させⅢ期をなくす、Ⅰ期を短くして1階の人を早く避難させる、Ⅱ期を短くして上階の人を早く避難させることが改善案として効果的であると考えられる。
- 2) 本研究で扱った講義棟のように単純な形状の建物では、前もって避難方向を決めておくなどの誘導対策はさほど効果がないことが明らかとなった。講義棟は曜日や時間によって使用される教室や人数が異なることもあり、過度に避難誘導に頼った対策は慎重にすべきである。
- 3) 両開き扉の全開放といった対策は、結果として同時に外へ出られる人数を3倍に増やしても、避難完了時間は1/3にはならないものの、その効果は有効である。さらに効率を上げるためには、建物全体の避難ルートの拡幅など大規模な改変が必要となることが明らかとなった。

本検討は、比較的単純な形状の講義棟に対する基礎的な検討であり、今後、より大規模な講義棟からの避難について検討を進めていき、大学キャンパス全体の災害安全性向上を図っていきたいと考えている。各教室棟の最適な人数規模の検討も必要である。

謝 辞

本研究の一部の実施にあたっては、科学研究費・基盤研究(B) (22310114) および財団法人鹿島学術振興財団研究助成金の助成を受けた。

参考文献

- 1) 松田泰治, 大塚久哲, 樗木武, 内田広明: セルオートマトン法を用いた地下街の避難行動シミュレーションに関する一考察, 地域安全学会論文集, No. 2, 2000年11月, pp. 95-100.
- 2) 辻原治, 今北智基, 松川知憲, 澤田勉: 避難訓練の調査とCAに基づく避難行動シミュレーション, 土木学会地震工学論文集, Vol. 28, 2005年8月, 論文No. 150, 10 pages.
- 3) 小久保聡, 山本和弘, 山下博史: セルオートマトンによる火災時の避難行動のシミュレーション, 日本機械学会論文集, B編, Vol. 74, No. 748, 2008年12月, pp. 2724-2730.
- 4) 清野純史, 土岐憲三, 犬飼信広, 竹内徹: 避難行動シミュレーションに基づく地下街の安全性評価, 土木学会論文集, No. 689/I-57, 2001年10月, pp. 31-43.
- 5) 瀧本浩一: 個別要素法を用いたシミュレーションによる避難時の車椅子使用者と他の避難者との影響に関する一考察, 日本建築学会環境系論文集, 第566号, 2003年4月, pp. 9-15.
- 6) 杉本太一, 目黒公郎: 楕円形個別要素法を用いた避難行動解析に関する基礎的研究, 土木学会地震工学論文集, Vol. 27, 2003年12月, 論文No. 135, 4 pages.
- 7) 西野智研, 円谷信一, 樋本圭佑, 田中哮義: 関東大震災における東京市住民避難性状の推定に関する

- る研究：ポテンシャル法に基づく地震火災時の避難シミュレーションモデルの開発，日本建築学会環境系論文集，第74巻，第636号，2009年2月，pp. 105-114.
- 8) 今村文彦，鈴木介，谷口将彦：津波避難数値シミュレーション法の開発と北海道奥尻島青苗地区への適用，自然災害科学，Vol. 20，No. 2，2001年8月，pp. 183-195.
 - 9) 藤岡正樹，石橋健一，梶秀樹，塚越功：津波避難対策のマルチエージェントモデルによる評価，日本建築学会計画系論文集，第562号，2002年12月，pp. 231-236.
 - 10) 鈴木介，今村文彦：住民意識・行動を考慮した津波避難シミュレーションモデル，自然災害科学，Vol. 23，No. 4，2005年2月，pp. 521-538.
 - 11) 安福健祐，阿部浩和，山内一晃，吉田勝行：メッシュモデルによる避難シミュレーションシステムの開発と地下空間浸水時の避難に対する適用性，日本建築学会計画系論文集，第589号，2005年3月，pp. 123-128.
 - 12) 齋藤崇，鏡味洋史：マルチエージェントシステムを用いた津波からの避難シミュレーション：奥尻島青苗地区を例として，日本建築学会計画系論文集，第597号，2005年11月，pp. 229-234.
 - 13) 大畑大志郎，高井伸雄，鏡味洋史：釧路市中心市街地における津波避難施設配置の評価：マルチエージェントシステムを用いた津波からの避難シミュレーション その2，日本建築学会計画系論文集，第612号，2007年2月，pp. 87-91.
 - 14) 安福健祐，阿部浩和，吉田勝行：避難シミュレーションシステムの経路障害発生時への適用，日本建築学会計画系論文集，第626号，2008年4月，pp. 721-727.
 - 15) 大上俊之，朝山雄介，小山茂：煙の影響を考慮したトンネル火災の避難行動シミュレーション，計算数理工学論文集，Vol. 8，2008年11月，論文No. 01-081128，6 pages.
 - 16) 大鏑史男，小野木基裕：セルオートマトン法による避難流動のシミュレーション，日本オペレーションズ・リサーチ学会和文論文誌，Vol. 51，2008年12月，pp. 94-111.
 - 17) 堀宗朗，宮嶋宙，犬飼洋平，小国健二：地震時避難行動予測のためのエージェントシミュレーション，土木学会論文集A，Vol. 64，No. 4，2008年12月，pp. 1017-1036.
 - 18) 渡辺公次郎，近藤光男：津波防災まちづくり計画支援のための津波避難シミュレーションモデルの開発，日本建築学会計画系論文集，No. 637，2009年3月，pp. 627-634.
 - 19) 下村徹，片岡裕介，長沢泰，及川清昭：大震災時における広域避難場所の利用の可能性 東京大学本郷キャンパスを事例として，日本建築学会学術講演梗概集，F-1，2002年6月，pp. 273-274.
 - 20) 平林泰，長谷川旭，長谷川聡：ケータイ向けキャンパス避難経路情報の提供，名古屋文理大学紀要，第7号，2007年3月，pp. 57-64.
 - 21) 菊池徹，遠田敦，林田和人，渡辺仁史：避難シミュレーションによる大学キャンパス内の教室配当の検討，日本建築学会学術講演梗概集，E-1，2007年7月，pp. 963-964.
 - 22) 久田嘉章，村上正浩ら：首都圏にある超高層キャンパスの地震防災に関する研究(その1～8)，日本建築学会学術講演梗概集，B-2，2007年7月，pp. 613-626.
 - 23) 酒井久和，山崎誠，八木康夫，伊津野和行，土岐憲三：想定東南海地震に対する大学キャンパスでの緊急地震速報の利用に関する基礎的検討，日本地震工学会論文集，第8巻，第1号，2008年2月，pp. 32-47.
 - 24) 久保智弘，久田嘉章，堀内茂木，山本俊六：緊急地震速報を活用した長周期地震動予測と超高層ビルのエレベータ制御への適用，日本地震工学会論文集，第9巻，第2号，2009年2月，pp. 31-50.
 - 25) 酒匂教明，田嶋和樹，安達洋，安達俊夫，木原雅巳，大東宗幸：学校施設における地震災害時の情報伝達システムの確保に関する研究—大学施設の防災力向上を目指すための基礎資料—，日本地震工学会論文集，第9巻，第2号，2009年2月，pp. 221-237.
 - 26) 株式会社フォーラムエイト：buildingEXODUSマニュアル，ver. 4.06，2008年.
 - 27) 国土交通省：階避難安全検証法に関する算出方法等を定める件，建設省告示第1441号，2000年5月.

(受理：2010年6月14日)
(掲載決定：2010年11月15日)

Fundamental Simulation on Post-Disaster Evacuation from Building at University Campus

KITAJIMA Tetsuya ¹⁾, IZUNO Kazuyuki ²⁾, YAGI Yasuo ³⁾
and OKUBO Takeyuki ⁴⁾

1) Engineer, Nippon Telegraph and Telephone West Corp., Ms. Eng.

(Former graduate student of Ritsumeikan University)

2) Member, Professor, Ritsumeikan University, Dr. Eng.

3) Member, Professor, Kwansai Gakuin University, Dr. Eng.

2) Professor, Ritsumeikan University, Dr. Eng.

ABSTRACT

Many people stay and study at classrooms in a university campus, which may result in dangerous situation during and after earthquake disasters. This paper conducted fundamental simulations on evacuation from a disaster to improve the safety of the university campus. The results showed that the evacuation process had three stages related to the usage of several exits. The evacuation guidance was insufficient for some cases, whereas the capacity-enhancing of the doors had good effect.

Key Words: Evacuation process, university campus, numerical simulation, evacuation guidance