

要介護者の避難行動速度

森下 朔¹・水口 竜一¹・金井 純子²・馬場 俊孝²

Motion and Speed of the Frail Elderly During Evacuation Process

Hajime MORISHITA¹, Ryuichi MIZUGUCHI¹,
Junko KANAI² and Toshitaka BABA²

Abstract

While agent simulation has been used to investigate evacuation scenarios, evacuation speed of frail elderly has not been fully studied yet. Therefore, in order to obtain the evacuation speed of the frail elderly we recorded videos of evacuation drills held in a group home with care. We analyzed evacuation steps in detail through the videos and acquired the evacuation speed of the frail elderly. We also simulated the evacuation drills with an agent model using the observed data. In the simulation result, the evacuation completion time was about 10% faster than the measured time of the evacuation drills. The difference in evacuation completion time can be explained considering the time taken for “unplanned behavior” of caregivers such as stopping to think about the next action.

キーワード：要介護者，避難速度，エージェントシミュレーション

Key words: frail elderly, evacuation speed, agent simulation

1. はじめに

要介護者とは、「要介護状態にある65歳以上の者、あるいは、要介護状態にある40歳以上65歳未満の者であってその要介護状態の原因である身体上又は精神上の障害が加齢に伴って生ずる心身の

変化に起因する疾病であって政令で定めるもの（特定疾病）によって生じた者」のいずれかに該当する者と定義される（介護保険法第7条第3項）。ここで、要介護状態とは身体上又は精神上の障害があるために、入浴、排せつ、食事等の日常生活

¹ 徳島大学大学院先端技術科学教育部
Graduate School of Advanced Technology and Science,
Tokushima University

² 徳島大学大学院社会産業理工学研究部
Graduate School of Technology, Industrial and Social
Sciences, Tokushima University

本報告に対する討議は2019年8月末日まで受け付ける。

における基本的な動作の全部又は一部について、常時介護を要すると見込まれる状態である。要介護者が介護保険サービスを受けるためには、要介護認定を受ける必要がある。要介護認定は、身体能力、認知能力、介助の方法などに関わる74項目の総時間（要介護認定等基準時間）に基づいて、要支援1～2と要介護1～5に区分される（表1）。また、要介護度別の身体状態の目安は、市町村によって若干異なるが、一般に要介護2以上は自立歩行が困難である。厚生労働省の調査（厚生労働省、2018b）によると、2018年5月時点で要介護認定者数は646万人にのぼる。

要介護者が共同生活する介護福祉施設にグループホームがある。グループホームでは介護スタッフの援助を受けながらも、入居者の能力に応じてそれぞれが役割を持ち自立した生活を送る。グループホームは、運動能力や認知能力に衰えが出た場合にまず入居を考える施設である。全国のグループホームの件数は平成12年度に675件、平成18年度に8,521件で、その後も増え続け、平成28年度には13,114件となった。平成16年度以降は、高齢者向け住まい・施設においてグループホームの件数が最も多い（厚生労働省、2017）。

過去の災害において、グループホームの被害が報告されている。例えば、2016年8月30日夜から31日未明にかけて岩手県を襲った台風10号では、河川堤防が決壊して、広域にわたって浸水被害が起きた（内閣府、2016）。川から50メートルほどに位置するグループホームの入居者全員（9名）が死亡した。グループホームの隣には3階建ての建物があり、非常時にはそこに避難することになっていたが叶わなかった。自治体が避難指示や

勧告を出せずに避難開始が遅れたことが被害を拡大させた一因だが、そもそもグループホームでは夜間は当直の介護スタッフも限られている。たとえ隣接する3階建ての建物の避難を試みたとしても自力避難できない要介護者全員を退避させるにはかなりの時間を要したものと推察される。

また、2013年2月8日に長崎県内のグループホームで火災が発生し、死者5名、負傷者7名を出した。総務省消防庁（2014）によれば、多くの死者、負傷者が発生した要因として、設備上の不備、有効な初期消火及び火災通報装置による消防機関への通報が無かったことに加えて、自力避難の困難な多数の入居者を少数の施設職員等で避難させなくてはならなかったことを挙げている。

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、岩手、宮城、福島3県のグループホーム414施設のうち、27施設が被害を受けた。津波からの逃げ遅れにより、死者・行方不明者数は、入所者38名、職員9名に上った（厚生労働省、2011）。

このような過去の災害を踏まえ、内閣府（2016）は、施設における防災計画の策定、ハザード情報、避難情報の効果的な伝達等を取り組むべき対策として掲げた。総務省消防庁（2014）は、従業員教育、効果的な訓練の実施、近隣との協力体制が必要とした。つまり、グループホームにおいて防災計画を策定するとともに、近隣住民との協力体制の下、繰り返し避難訓練を実施することは迅速な避難の実現に繋がる。訓練により、避難に掛かる時間や必要な介護スタッフ数および近隣住民からどれだけ協力を得なければならないかを明確にできる。しかし、グループホームでは、慢性的な人手不足や要介護者の身体的負担等の理由から、避難訓練

表1 要介護状態区分

区分	要介護認定等基準時間 (厚生労働省、2018a)	身体状態の目安(例) (徳島市、2018)
要支援1	25分以上32分未満	日常生活の能力は基本的にはあるが、入浴などに一部見守りや支援が必要。
要支援2	32分以上50分未満	日常生活の能力は基本的にはあるが、入浴などに一部介助が必要。
要介護1		日常生活の能力は基本的にはあるが、入浴などに一部介助が必要。
要介護2	50分以上70分未満	立ち上がりや歩行などが自力で困難。排泄、入浴などで一部または全体の介助が必要。
要介護3	70分以上90分未満	立ち上がりや歩行などが自力ではできない。排泄、入浴、衣服の着脱などで全体の介助が必要。
要介護4	90分以上110分未満	排泄、入浴、衣服の着脱など日常生活に全面的介助が必要。
要介護5	110分以上	意思の伝達が困難。生活全般について全面的介助が必要。

の回数や内容は限定的なものになっており、災害時における迅速な避難の実現を一層難しくしている(金井・中野, 2014)。

2011年東日本大震災以降によく用いられるようになったエージェントモデルの避難シミュレーション(例えば, Aguilar et al., 2015, 小柳・有川, 2016)はこの課題を解決できる手法である。様々な被災ケースを想定した避難シミュレーションを実施することにより、要介護者の避難訓練への参加がなくても、避難における課題や対応策を考えられる。避難シミュレーションには、基礎情報として要介護者や介護スタッフの歩行速度などのデータが必要である。要介護者の歩行速度はリハビリや保健などの分野でまとめられているが、避難に必要な動作は歩行だけでなく、車いすでの移動や避難車両への乗降なども関係する。要介護者の各種避難行動の速度が網羅的に計測された例は、著者らの知る限りでは存在しない。

本研究の目的は要介護者の各種避難行動速度を明らかにすることである。そこで徳島県のあるグループホームで実施された要介護者参加の津波避難訓練において、要介護者の避難行動速度を計測した。2章では避難訓練の詳細を述べ、3章で避難行動速度をまとめる。さらに、4章で取得した避難行動速度を利用してエージェントシミュレーションを実施する。5章ではシミュレーションによる避難訓練の再現性と、要介護者の避難を遅延させる動作について議論する。

2. グループホームでの避難訓練

研究対象施設の徳島県の某グループホーム(以下、グループホームAと記す)は海岸からおおよそ600 mに位置し、南海トラフ巨大地震による津波の想定浸水区域内にある。津波の到達は地震発生後約40分、最大浸水深さは3~4 mと想定され、垂直避難であればビルの3階以上への避難が必要である。グループホームAと並接するデイケアセンターは共に平屋であり、津波襲来の危険性があると判断された場合には、おおよそ500 m離れた津波避難ビルへ全員で避難することになっている。グループホームAは2単位ユニットから成

り、入居者18名で要介護度の内訳は要介護1が2名、2が4名、3が5名、4が7名である。介護スタッフは併設のデイケアセンターと兼任で合計28名である。

避難訓練では、介護スタッフが要介護者を手引き歩行させるか、あるいは車いすで一人ずつグループホームの玄関まで移動させる。そして定員7名の福祉車両2台に分かれて乗車し、津波避難ビルへ移動する。福祉車両で津波避難ビルに移動するのに必要な時間は約3分である。津波避難ビルで福祉車両から降り、停電によりエレベータが使えない可能性もあるため、階段を使って4階まで上る。これで避難完了である。津波避難の流れを図1にまとめた。

要介護者も参加した津波避難訓練が2016年9月28日と2017年3月24日の2回実施された。1回目の避難訓練(以下、訓練1)は要介護者11名と介護スタッフ8名が参加した。訓練に参加した要介護者は全員が認知症を患っている。要介護度は、要介護1が1名、2が3名(うち1名車いす)、3が2名(うち1名車いす)、4が5名(うち4名

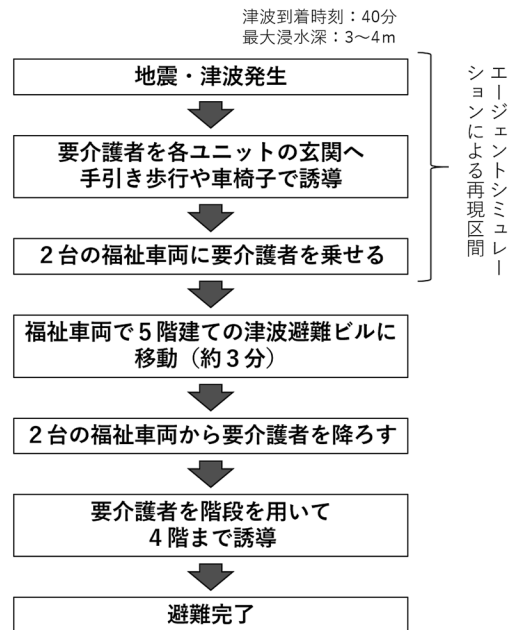


図1 グループホームAの津波避難の流れ

車いす)である。グループホームAの屋内から建物の外に移動後、福祉車両に乗って津波避難ビルに向かった。津波避難ビルで降車後、要介護者2名はそれぞれ2名の介護スタッフに付き添われながら階段を上った。

2回目の避難訓練(以下、訓練2)では、要介護者7名と介護スタッフ3名が参加した。訓練1と同様に全員が認知症を患い、要介護度は、要介護1が2名、2が3名、3が1名(車いす)、4が1名(車いす)である。なお、介護スタッフ3名のうち1名は近隣住民役で、施設に駆けつけるまでの時間を5分と仮定し、発災5分後から訓練に参加した。グループホームAでは日頃から地域住民との連携を深めており、災害時には近隣住民が駆けつけることになっている。訓練2は訓練1と同じ流れであるが、津波避難ビルへは避難せず、福祉車両に乗り込むまでが行われた。

2回の避難訓練をグループホーム内に設置した固定カメラ3台と、移動カメラ5台で記録した。固定カメラは図2に示す位置に設置し、要介護者が廊下を移動する様子を矢印が示すアングルで撮影した。図2に示した5mと書かれた矢印の両端に目印を置き、要介護者が通り過ぎる時間を正確に測れるように工夫した。5台の移動カメラは訓練に参加しない記録者が持ち、避難訓練の状況に伴って位置を変えて、ベットから立ち上がる様子や車に乗り込む様子などを撮影した。

さらに比較のため、健常者の避難行動速度もグループホームAで測定した。健常者の実験には、20代男性1名、30代男性2名、40代男性1名、40

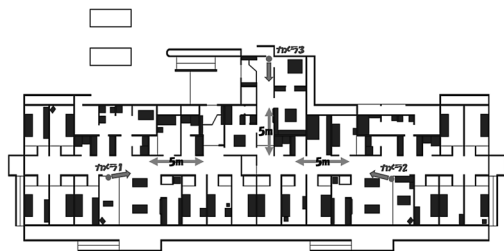


図2 グループホームAの見取り図(避難シミュレーションモデル)と避難訓練における固定カメラの設置場所。左上の2つの長方形は避難用の福祉車両を示す。

代女性1名の計5名が参加し、各避難行動について各人5回ずつ、計25回測定した。

3. 要介護者の避難行動速度

避難訓練を記録した映像から、要介護者の歩行速度をはじめとする避難行動速度を計測した。図3は介護スタッフに手引きされた要介護者の要介護度別の歩行速度である。計測回数はおのべ20回、平均で0.43 m/s、標準偏差は0.19 m/sだった。要介護者の車いす移動速度の計測回数は18回、平均速度は1.05 m/s、標準偏差は0.28 m/sであった。車いす移動では要介護者自身が車いすを操作して移動することではなく、計測18回のすべてにおいて、介護スタッフが車いすを押している。その他の行動も含めて計測結果を表2と表3にまとめた。なお、要介護者の避難行動速度は全て介助ありで、健常者の避難行動速度は全て介助なしである。

ここで表2の「スロープを歩行で下る」は、グループホームの玄関に車いす用の約10%の勾配の5mのスロープがあり、要介護者についてはそこを手引き歩行で移動する速度を計測した。「スロープを車いすに乗って下る」は介護スタッフが押す車いすがこのスロープを下る速度である。健常者とはいえ介助なしでスロープを車いすで下るのは危険が伴うため、本項目は計測しなかった。

表3の「ベッドから立ち上がる」はベッド上に寝ている要介護者を床に起立させるまでの時間、「ベッドから車いすに座る」はベッド上に寝てい

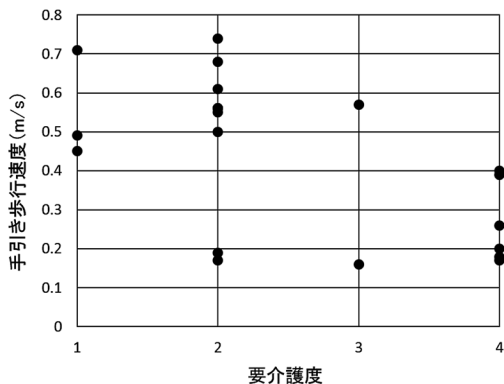


図3 本研究で得られた要介護度別の手引き歩行速度。

る要介護者を起こして車いすに乗せるまでの時間、「車いすの動き出し」は、介護スタッフが停車している車いすのストッパーを外し、要介護者に「これから動きますよ」と声掛けを終えて車いす動き出すまでの時間である。「立位からの乗車」は避難用の福祉車両に手引き歩行の要介護者が乗り込みシートに着席するまでの時間、「車いす着席状態から立ち上がって車に乗車」は避難用の福祉車両の前に停車している状態の車いすから立ち上がって車内のシートに着席するまでの時間、「車いすのままリフトを用いて車に乗車」は避難用の福祉車両のリフトに車いすを乗せ、ベルトで固定し、リフトを上げ、車いすを車内に移動するまでの時間である。「車から降車」は避難用の福祉車両内に着席状態から、避難用の福祉車両の外に出るまでの時間である。「車いすのままリフトで車から降車」は福祉車両のリフトで車いすごと降車するのに必要な時間である。「階段を一段上がる」に必要な時間は踏み面が30 cm、高さが17 cmの手すりのある階段1段上るのに必要な時間である。

4. 避難シミュレーションによる避難訓練の再現

本研究で計測した要介護者の避難行動速度を用いて避難シミュレーションを行い、避難訓練の避難完了までの時間の再現の可能性について検証した。避難シミュレーションには市販の SimTread (木村・他, 2009) を利用した。シミュレーションでの再現時間は避難開始から福祉車両に乗り込むまでとし、津波避難ビルへの移動と津波避難ビルでの階段の上りは除いた。津波避難ビル内の避難を除いた理由は、津波避難ビルが民間所有で訓練内容が限られ、十分なデータが取得できなかったためである。実際の避難訓練で、開始から訓練参加者全員が福祉車両へ乗車を完了するまでに必要だった時間は、訓練1で10分30秒、訓練2で13分46秒であった。ここではこの訓練1、訓練2で実測された避難時間とシミュレーションによって求められる避難時間を比較する。

避難シミュレーションに必要なグループホーム A の空間モデルは、建築図面を利用して作成した。

表2 本研究で計測した避難行動速度。表中の誤差は標準偏差。すべての行動について、要介護者は介助あり、健常者は介助なしである。

行動	要介護者		健常者	
	回数	速度 (m/s)	回数	速度 (m/s)
歩行	20	0.43±0.19	25	1.32±0.10
車いす移動	18	1.05±0.28	25	0.92±0.19
スロープを歩行で下る	3	0.31±0.04	25	1.19±0.06
スロープを車いすに乗って下る	5	0.63±0.17	-	-

表3 本研究で計測した避難行動所要時間。表中の誤差は標準偏差。すべての行動について、要介護者は介助あり、健常者は介助なしである。

行動	要介護者		健常者	
	回数	所要時間 (s)	回数	所要時間 (s)
ベッドから立ち上がる	4	33.1±15.0	25	2.8±0.5
ベッドから車いすに座る	3	34.7±9.0	25	4.7±0.8
車いすの動き出し	30	5.0±0.9	-	-
立位から乗車	5	18.9±12.9	25	5.0±1.1
車いす着席状態から立ち上がって車に乗車	4	29.2±10.8	25	4.7±0.6
車いすのままリフトで車に乗車	5	80.5±2.9	-	-
車から降車	10	41.0±21.8	25	4.0±0.8
車いすのままリフトで車から降車	5	40.8±2.1	-	-
階段を一段上がる	5	3.1±0.5	25	0.5±0.1

建築図面にはない机、いす、ソファなどの人が通過できない障害物は現地で大きさを計測しモデル化した(図2)。避難用の福祉車両は避難訓練と同様に、玄関前に2台設定した。シミュレーションで避難者を表現するエージェントの数と性質(要介護者か介護スタッフか)も避難訓練に準じた。訓練1では介護スタッフ8名、要介護者11名である。訓練2では介護スタッフ3名、要介護者7名である。訓練2のスタッフ1名は近隣住民によるサポートという訓練シナリオだったので、シミュレーションにおいても介護スタッフエージェントの内1つは5分後から動き出す設定とした。

各エージェントの行動速度は本研究より得られた速度を利用した。なお、手引き歩行速度については、図3を参考にして、要介護1が0.6 m/s、2が0.5 m/s、3が0.4 m/s、4が0.3 m/sと要介護度別に設定した。その他の避難行動については、表2、3に示されたものを用いた。なお、シミュレーションにおいて各避難行動速度のばらつき(標準偏差)は考慮しなかった。介護スタッフの移動速度は健常者の歩行速度の1.3 m/sとした。

要介護者のエージェントは1人では動けない。避難シミュレーションにおいては、介護スタッフのエージェントが迎えに行き、介護スタッフと一緒に要介護者の移動速度で玄関付近まで移動後、一旦待機する。介護スタッフエージェントは別の要介護者エージェントを迎えに行く。すべての要介護エージェントが玄関付近に集まった後、1人ずつ福祉車両に乗せる。開始から全員が福祉車両に乗り込むまでの時間を計測した。なお、シミュレーションでは、1人の要介護者エージェントに対して1人の介護スタッフエージェントが介助し、介護スタッフは避難の手順を完璧に把握しているというルールでモデル化した。

避難シミュレーションでは、訓練1、訓練2のどちらにおいても、エージェントの目立った渋滞は発生せず、滞りなく避難が完了した。訓練1、シミュレーション結果を図4に訓練2のシミュレーション結果を図5に示す。避難開始から完了までの時間は、訓練1では8分42秒、訓練2では12分00秒と、実際の訓練で計測された時間よりや

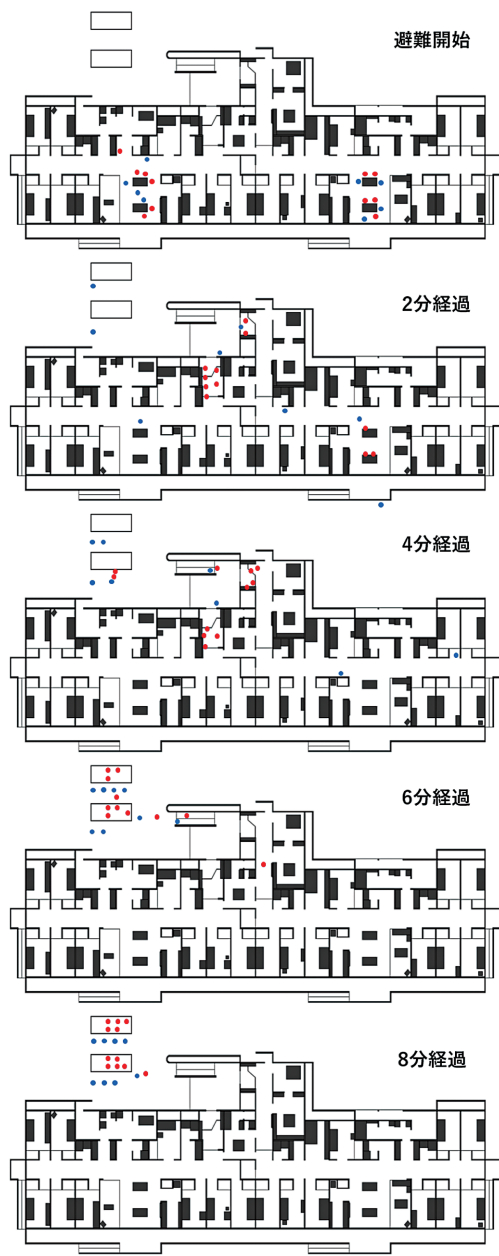


図4 訓練1のエージェントシミュレーション結果。青が介護スタッフエージェント、赤が要介護者エージェントを示す。左上の2つの長方形は避難用の福祉車両である。

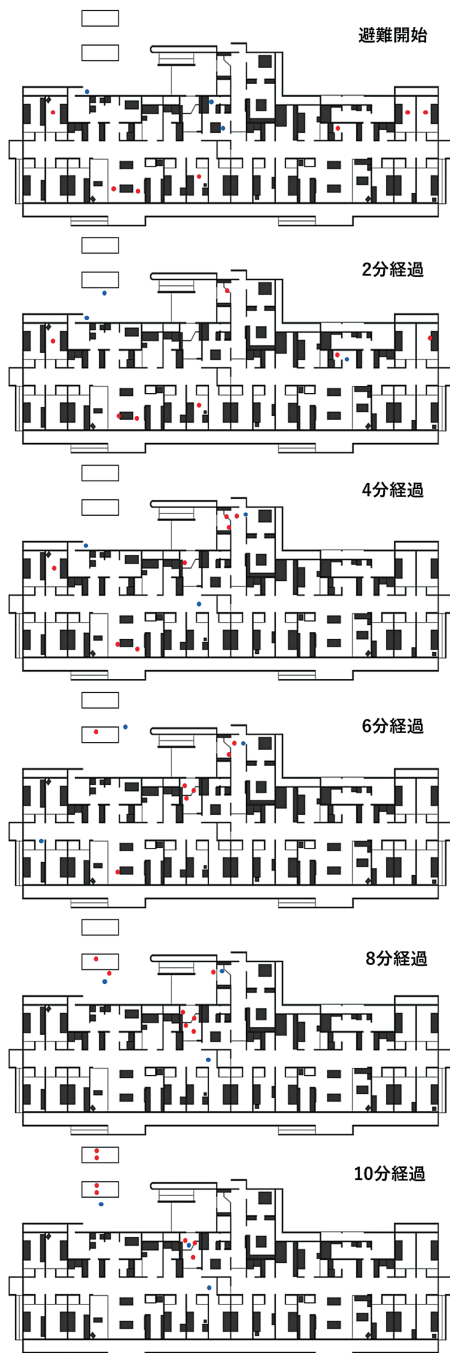


図5 訓練2のエージェントシミュレーション結果。青が介護スタッフエージェント、赤が要介護者エージェントを示す。左上の2つの長方形は避難用の福祉車両である。

や早かった。

5. 考察

5.1 避難完了時間のずれ

訓練1, 訓練2で実測された避難時間とシミュレーションによって求めた避難時間を比較した結果, およそ2分(1割程度)のずれが生じた。ここでは, 要介護者の行動速度を注意深く計測したにも関わらず, このようなずれが生じた理由を考察する。考えられる原因にシミュレーションにおけるエージェントの動きが単純すぎることが挙げられる。シミュレーションでは, 介護スタッフエージェントは無駄なく要介護者エージェントを移動させる。しかし, 実際の避難訓練の映像を確認すると, シミュレーションでは考慮していない動作が含まれていた。例えば, 介護スタッフが次の行動について考えるため立ち止まる, 現状報告や避難手順の確認に掛かる時間などである。また, 介護スタッフ1人で要介護者1人を補助するところを, スタッフ2人で要介護者1人を補助する必要があることも実際の訓練では確認された。

このシミュレーションで考慮していない動作がどの程度実際の訓練に含まれていたかを明らかにするため, スタッフの行動を調査した。その結果, 他のスタッフへ指示も出しつつ, 自らも要介護者の誘導するスタッフが訓練1, 訓練2ともに避難完了時間に最も影響を与えていた。この介護スタッフの行動表を図6に示す。図6の縦軸は避難訓練の経過時間(秒)で, その時の行動が横に記させている。そのうち黄色の部分にはシミュレーションに考慮していない動作である。

この調査でシミュレーションに考慮していない動作にかかった時間は訓練1でおおよそ85秒, 訓練2でおおよそ100秒と見積もられた。これらをシミュレーションで予測された完了時間である訓練1の8分42秒, 訓練2の12分00秒に加えると, それぞれ10分07秒, 13分40秒となる。これらの時間は実際の避難訓練で計測された避難完了時間である10分30秒, 13分46秒とほぼ一致する。

本研究でのシミュレーション条件は一般的なものであるが, 実際の避難訓練ではシミュレーショ

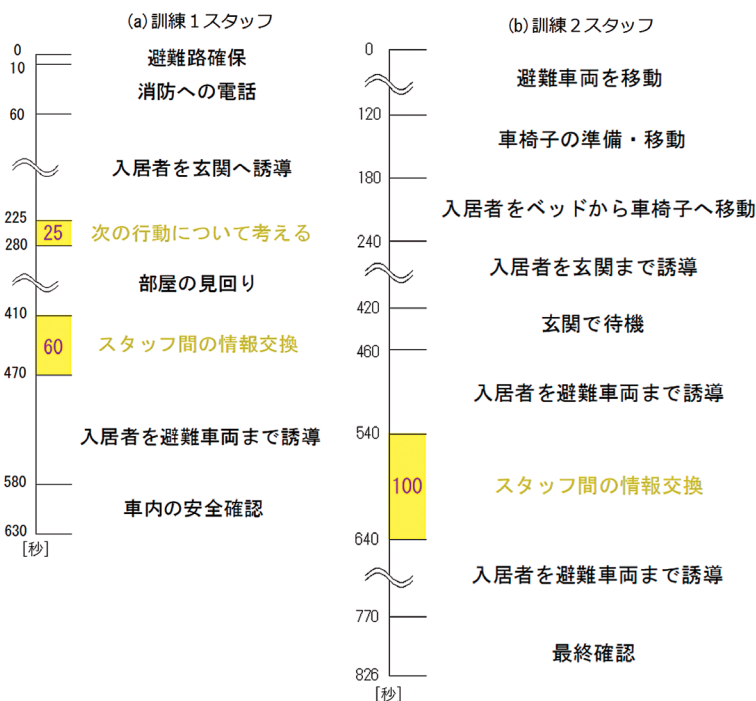


図6 (a) 訓練1と(b) 訓練2の避難訓練の主要介護スタッフの行動。黄色の部分が生シミュレーションには組み込んでいない予定になかった行動。

ンで考慮されていない動作の時間も無視できないため、本研究のシミュレーションで得られる避難完了時間は短めに予測された。

5.2 要介護者の避難を遅延させる動作

要介護者の避難行動速度をまとめる上で、特に時間を要する避難行動が確認された。健常者の歩行速度は平均1.32 m/s、要介護者は平均0.43 m/sで、同じ距離を移動するのにおよそ3倍かかる(表2)。ところが、階段の上りは階段一段あたり健常者が0.5秒に対して、要介護者は3.1秒と6倍以上もの時間が必要である(表3)。また、要介護者の乗車と降車にかかる時間を比較すると、立った状態から乗車する際に平均18.9秒、車椅子に座った状態から乗車するのに平均29.2秒であるのに対し、降車には平均41.0秒もかかる(表3)。健常者による降車は平均4.0秒である。全般的に要介護者の避難行動速度は健常者のそれよりも遅い

が、階段の上りと車からの降車(図7)が特に苦手なようである。階段の上りに時間がかかるのは体力的な側面が強いが、降車に時間がかかるのは福祉車両のステップを降りる際に恐怖心が起こるためと見受けられた。

このため、グループホームAにおいてより効率的な津波避難を提案するならば、車からの降車、階段の上りが必要な津波避難ビルへの避難を避けたほうがよい。よりよい避難方法は、津波到達までに車に乗ったまま津波から逃れられる高さまで移動する方法である。

6. まとめ

本研究では要介護者の避難訓練を避難シミュレーションで再現することを目的とした。ところが、避難シミュレーションに必要な基礎データである要介護者の歩行速度などの避難行動速度の情報が不足していた。このため、徳島県の某グルー



図7 特に時間を要する要介護者の避難行動(上)階段の上り, 下)避難車両からの降車

グループホームで実施された要介護者も含んだ避難訓練に参加した。訓練の一部始終を複数台のビデオカメラで記録し、ビデオ解析より要介護者の避難行動速度を明らかにした。さらに、得られた避難行動速度を入力して避難シミュレーションを実施した。その結果、実際の訓練でかかった時間よりもシミュレーションは1割程度早く避難が完了した。この理由について調査したところ、避難シミュレーションではエージェントは決められた通り無駄なく動くが、実際の訓練では参加者が次の行動内容について考えるために立ち止まってしまうなどの動きが影響していることがわかった。また、要介護者は階段の上りと車からの降車が特に苦手であり、要介護者の迅速な避難を実現するにはこの2つの動作を避ける必要があることもわかった。

高齢化に伴って要介護者数は今後も増えるであろう。また、要介護者の命を守ることは介護スタッフの命を守ることに他ならない。要介護者をはじ

めとする災害弱者が無事に避難できる方法は、健常者であればさらに安全に避難できる方法と言うこともできる。本研究では、要介護者の避難の検討に有効なツールである避難シミュレーションに必要な基礎データを取得できた。今後、このデータを用いてさらに避難シミュレーションを実施し、課題となっているシミュレーションの精度向上、予測誤差の推定に取り組む予定である。

謝辞

本研究の貴重なデータはグループホームA(仮名)の要介護者参加の避難訓練により取得されました。本研究にご協力してくださったグループホームAの入居者と職員の皆様に心より感謝いたします。

参考文献

- Aguilar, L., L. Wijerathne, T. Ichimura, M. Hori, S. Tanaka: Mixed mode large urban area tsunami evacuation considering car-pedestrian interactions, 土木学会論文集A2(応用力学), Vol.71, No.2, pp.1_633-1_641, 2015.
- 木村 謙・佐野友紀・林田和人・竹市尚広・峯岸良和・吉田克之・渡辺仁史: マルチエージェントモデルによる群集歩行性状の表現-歩行者シミュレーションシステム SimTread の構築-, 日本建築学会計画系論文集, Vol.74, pp.371-377, 2009.
- 金井純子・中野 晋: 津波発生時のグループホームの避難確保計画のあり方, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol. 70, 1_1361-1_1365, 2014.
- 厚生労働省: 介護認定審査会委員テキスト2009改訂版(平成30年4月改訂), <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12300000-Roukenkyoku/0000116033.pdf>, 2018a, (2018年9月11日参照).
- 厚生労働省: 介護保険事業状況報告の概要(平成30年5月分暫定版), <https://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/osirase/jigyo/m18/dl/1805a.pdf>, 2018b, (2018年9月11日参照).
- 厚生労働省: 介護老人福祉施設(参考資料), 第143回介護給付費分科会, http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-12601000-Seisakutoukatsukan-Sanjikanshitsu_Shakaihoshoutantou/0000171814.

- pdf, 2017, (2018年3月8日参照).
- 厚生労働省：第3回災害医療等のあり方に関する検討会資料1－東日本大震災への対応【介護保険・高齢者福祉関係】。 <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001q8my-att/2r9852000001q8of.pdf>, 2011, (2018年9月11日参照).
- 小柳雄揮・有川太郎：津波避難シミュレーションを用いた津波避難タワーの効果の検討, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.72, No.2, pp. I_1567-I_1572, 2016.
- 内閣府：平成28年台風10号災害を踏まえた課題と対策の在り方(報告), http://www.bousai.go.jp/oukyu/hinankankoku/guideline/pdf/161226_hombun.pdf, 2016, (2018年3月8日参照).
- 総務省消防庁：障害者施設等火災対策報告, http://www.fdma.go.jp/neuter/topics/houdou/h26/2603/260328_1houdou/04_zenbun.pdf, 2014, (2018年3月8日参照).
- 徳島市：要介護認定の申請について(2018年4月1日)』, https://www.city.tokushima.tokushima.jp/kenko_fukushi/kaigo/shinsei.html, 2018, (2018年9月11日参照).
- (投稿受理：平成30年4月11日
訂正稿受理：平成30年10月9日)

要 旨

健常者よりも運動能力が劣る要介護者が迅速に避難できるように準備することは、要介護者の命を救うだけでなく、介護スタッフの命を守ることに繋がる。しかし、現状では要介護者の避難行動速度すら十分に調査されておらず、要介護者の避難を検討する上での情報が不足している。そこで、本研究では要介護者の避難訓練の様子を撮影し、歩行速度をはじめとする避難行動速度を詳細に調査した。その結果、すべての行動が健常者よりも遅いが、階段の上りと車からの降車が特に時間を要することがわかった。さらに、得られた行動速度を入力にして、エージェントモデルで避難訓練をシミュレートしたところ、シミュレーションの方が1割程度早く避難が完了する結果となった。しかしながら、この避難完了時間の違いは、介護スタッフの行動の中の「シミュレーションに考慮されていない行動」に掛かる時間を考慮することでほぼ解消した。