マルチエージェントシステムを用いた避難シミュレーションのための輪島市輪島地区の避難速度実験

金沢大学大学院自然科学研究科　正会員　○野村　尚樹
金沢大学大学院自然科学研究科　正会員　宮島　昌克
金沢大学大学院自然科学研究科　非会員　山岸　宣智

１．はじめに

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分に宮城県牡鹿半島の東南東 130ｋｍの海底を震源とする東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）が発生し，津波被害の多くは臨海都市に集中した．本研究を行う輪島市輪島地区も臨港都市であり類似性が高く，同様な被害が起こる可能性が考えられる．輪島市のような津波リスクを有する地域は日本に数多く存在し，津波による人的被害を最小限にするためには津波が襲来する前に避難を完了することが重要である．そのためには，事前に迅速かつ的確な情報提供体制の整備や安全な避難経路及び避難所の確保と周知が重要となり，現状では避難訓練や防災マップの作成などの活動が行われている．

本研究は，輪島市が保有するＧＩＳデータを活用し，マルチエージェントシステムを用いた避難シミュレーションを行うために必要となる避難基本速度を住民参加の実験をもとに整理することを目的とする．なお，本研究では，勾配や疲労による低減率等を含めた速度である避難速度と区別するため，低減率等を含めない基本となる速度を避難基本速度と定義する．

２．既往研究の整理

避難歩行速度に関する調査は幾つかの論文などに取りまとめられており，高知県海洋局漁港課による「漁村における津波対策基本方針」[1)]，Willis らによる「Human movement behavior in urban spaces」[2)]では，単独歩行・グループ歩行・年齢別における避難基本速度を計測している．既往の調査[1)]においては，倒れたブロック塀や飛散した瓦礫の上を走行した際の速度低減率や昼夜率も算出されている．今回はこれらの論文などで計測されている避難歩行速度に関して，輪島地区住民による避難速度実験を通じ，その妥当性について取りまとめる．

３．避難速度実験

マルチエージェントシステムでは，勾配や疲労による低減率や混雑度及び道路閉塞等を反映することが可能であることから，今回の実験では，写真-1 に示すように障害物のない状態かつ混雑が生じない充分な幅員を確保して計測を行った．

写真-1　避難速度計測風景（昼間）

(1) 基本条件

実施日時：2012 年 11 月 11 日 10:00～12:00
実施場所：輪島高等学校体育館
参加者：輪島地区住民 37 名

表-1　参加者構成

年齢構成(才)	男　性	女　性
～19	3 人	4 人
20～60	10 人	7 人
61～	6 人	7 人
合　計	19 人	18 人

(2) 実施概要

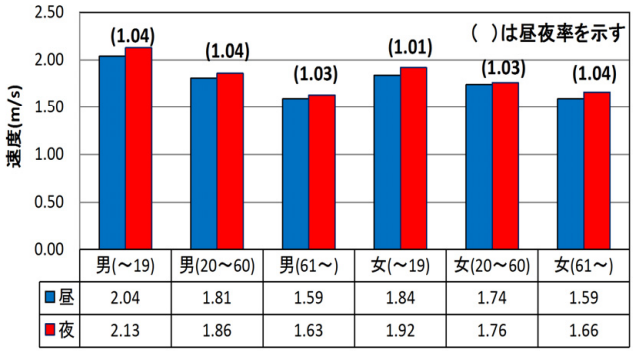
a) 単独歩行による年代別避難基本速度の計測
b) 家族歩行によるグループ別避難基本速度の計測
※両方とも昼，夜の 2 パターンで実施

キーワード　避難シミュレーション，避難基本速度，マルチエージェント
連絡先　〒921-8042　石川県金沢市泉本町 2 丁目 126 番地　株式会社日本海コンサルタント　ＴＥＬ076-243-8258

(3) 計測内容

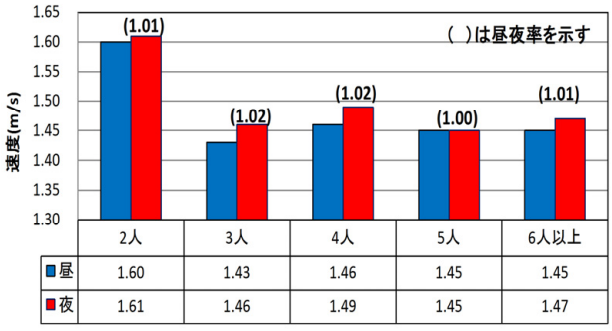
1 周目 116m，2 周目 120m，3 周目 120m，全長 356m のコースにおいて，スタート～ゴールまでの経過時間を計測し，全長から除して平均速度を算出する．その後，各項目別に速度値を平均し避難基本速度とする．なお，グループ歩行では協力して避難するものとし，グループ全員がゴールしたときをそのグループのゴールタイムとする．また，疲労による影響を軽減するため，セット間に充分な休憩を確保した．写真-2 に示すように，夜については体育館をカーテン等により締切り，照明を切った上で歩行者が簡易サングラスを装着した状況で行った．

写真-2　避難速度計測風景（夜間）



	男(～19)	男(20～60)	男(61～)	女(～19)	女(20～60)	女(61～)
昼	2.04	1.81	1.59	1.84	1.74	1.59
夜	2.13	1.86	1.63	1.92	1.76	1.66

図-1　年代別避難基本速度



	2人	3人	4人	5人	6人以上
昼	1.60	1.43	1.46	1.45	1.45
夜	1.61	1.46	1.49	1.45	1.47

図-2　グループ別避難基本速度

(4) 計測結果

年代別避難基本速度およびグループ別避難基本速度を図-1，2 に示す．図-1 より，男女ともに年代が上がるほど速度が減少しているが，女性の方が年代間の速度差は小さいことがみてとれる．図-2 より，家族人数が 3～6 人以上の家族では，速度が約 1.45m/s 程度となっているが，2 人家族ではやや大きい 1.60m/s となっている．これは 2 人家族は成人 2 名に対し，3～6 人家族は成人に加えて 61 歳以上を 1 名以上配置したことが要因と考えられる．Willis らによる計測ではグループ避難速度は 1.36m/s 程度となっており概ね整合している．また，年代別，グループ別ともに昼夜率が 1 倍強となっているが，夜間で前方や後方が見えない状況においての避難では，昼よりも不安が大きくなり焦ってしまうということや昼間計測の後に夜間計測を行ったことによる学習効果などが要因として考えられる．実際に参加者の感想からも同意見が多く得られた．

4．まとめ

今回計測値と既往計測値の対比を図-3 に示す．避難速度に若干の差はあるが，年齢の上昇とともに速度が低下する傾向は概ね整合しており，その傾きは Willis らの計測値と類似していることが確認でき，マルチエージェントシステムのエージェントに与える避難基本速度を得ることができた．

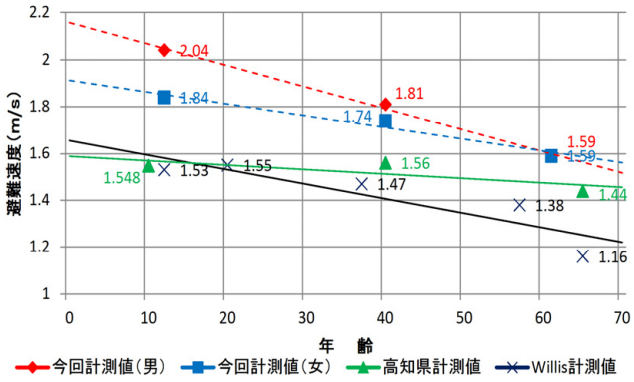


図-3　避難速度対比

参考文献

1）高知県海洋局漁港課，漁村における津波対策基本方針，pp.5-23，2005.

2）Willis et al，Human movement behavior in urban spaces，Environment and Planning B，Planning and Design31，pp.805-828，2004.