

愛知淑徳大学における防災訓練時の人の流動分析

People flow analysis of the disaster prevention drill
in Aichi Shukutoku University

青山 歩輝人*, 森 博子**

Fukito AOYAMA, Hiroko MORI

要 旨

近年、我が国において大規模な地震が発生し、さらなる大地震や災害が予測されるため、国をはじめ自治体、企業、学校、家庭といった様々な主体で防災対策が進められ、防災に対する意識が高まっている。大学における防災対策は各校によって判断が任されており、愛知淑徳大学においては、2014年12月12日に実施した防災訓練が初めての試みとなった。

本研究では、愛知淑徳大学の防災訓練を効果的かつ災害時に役立つものとするため、防災訓練時の人の流動を分析した。その結果、撮影地点である7号棟前を777名(避難訓練全参加者の約30%)が、避難開始から4分で通り終えた。歩行速度の平均は約0.8m/sであった。また、最初の集団が撮影地点に到着してから約1.5分で歩行者流率約250人/分かつ平均密度約1.4人/m²の一定値に達し2分程度続いた。さらに、単独で避難している人に比べ、複数人のグループで避難している人の割合が約9倍と非常に多く、単独での移動に比べ2人以上のグループだと速度は平均すると約3分の1であった。結果的に、通常時の移動と同程度以下の速度での避難となっていた。一方で、自分勝手に人を追い抜こうという意識はなく、歩行者に与えられるスペースに応じて移動する様子が見られ、混乱もなく整然と防災訓練を遂行することができた。

今回の防災訓練は、防災という意識が希薄で単に学校行事のため移動している参加者が多いと考えられ、今後の防災訓練時にはグループではなく単独での移動を行えばより速やかな移動が実現できるといえる。ただし、今回の4分間で避難した状況から例えば2分間に短縮された場合、実際の災害時においてどれぐらいの効果があるかは検討の余地がある。また、今回の分析の結果に基づき、訓練時よりも学内の滞留者が多い場合を想定し、確実に避難可能かを把握する必要がある。

キーワード： 人の流動, 防災訓練, 分析, 状況, 大学

1. はじめに

近年、我が国において大規模な地震が発生し、さらなる大地震や災害が予測されるため、国をはじめ自治体、企業、学校、家庭といった様々な主体で防災対策が進められ、防災に対する意識が高まっている。教育機関である大学では、大規模な地震発生時には、学生・教職員の生命の安全を確保し、施設設備・知的財産を保

* 愛知淑徳大学人間情報学部

** 愛知淑徳大学人間情報学部 hirokom@asu.aasa.ac.jp



図1 東日本大震災時の様子（青山一男 撮影）

護しなければならない。また、地域住民への避難場所の提供・支援も必要になる。実際に1995年1月17日に発生した阪神・淡路大震災の後、多くの被災者が学校に避難したことを教訓に、これまで自主防災組織等の地域住民と学校が連携した防災訓練等を実施してきた。2011年3月11日に発生した東日本大震災（図1）でも、防災体制や避難所の開設・運営等について共有しておくことが大切であると再認識された。しかしながら、大学における防災対策は各校によって判断が任されており、上月ら（2008）による全国国公立大学理工学部を対象とした大学防災の現状に関するアンケート調査によると、現在の大学防災の進捗状況には大学間で大きな差異が見られる。また、様々な災害が起きると予測されている中で、防災に対する意識が見て取れない大学が多く存在する。

愛知淑徳大学（以下、本学）においては、2014年12月12日に実施した防災訓練が初めての試みとなった。防災訓練は実施するのみでなく、訓練の状況を分析し今後の訓練に生かすことで、実際の災害時により役立つと考えられる。

我が国における大学の地震避難訓練と防災教育における従来研究では、小川ら（2006）による徳島大学での事業継続のための防災教育、木村ら（2006）による名古屋大学での防災訓練と継続的な防災教育、小池ら（2007）による愛知工業大学での緊急地震速報を利用した大学キャンパスの避難訓練等がある。しかしながら、大学における防災の調査研究は未だ数少なく、地震大国として今後も多くの事例を収集し国や地域全体で、大学における防災の向上に努める必要がある。

本研究では、本学の防災訓練を効果的かつ災害時に役立つものとするため、2014年12月12日に実施した防災訓練時の人の流動分析することを目的とする。

2. 方法

2014年12月12日に本学長久手キャンパスにおいて、“人と人が支え合い、尊い命を守るための方法を学ぶこと”を目標に、学生および教職員を始め、実施時間に学内に滞在する全ての人の協力のもとに、防災訓練が



図2 防災訓練の様子

表1 当日の訓練のタイムテーブル（概要）

時刻	実施内容
9:20	訓練予告放送①
11:00	訓練予告放送②
11:55	防災訓練開始説明放送
12:00	緊急地震速報放送→退避行動
12:01	避難開始→避難場所へ移動→整列→点呼→アンケート記入
12:10	救護訓練, 消火訓練, 情報伝達訓練開始
12:55	訓練終了

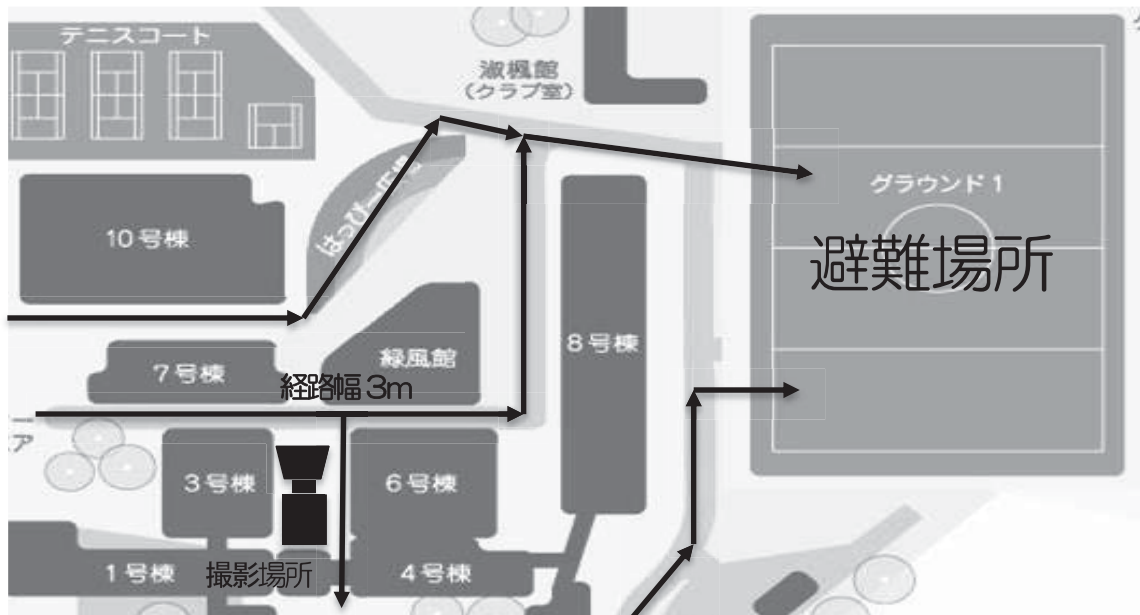


図3 防災訓練の状況の撮影場所
(上方が北, 下方が南を示す。矢印は避難経路を示す。)

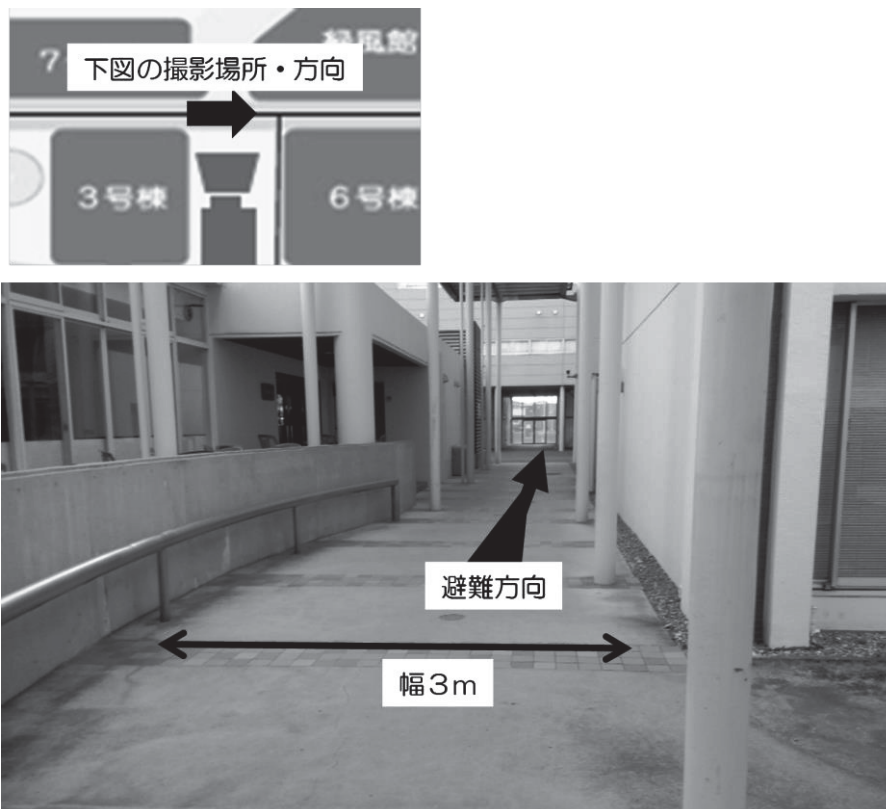


図4 分析対象の避難経路（上図に示す位置より撮影）

行われた（図2）。当日11時55分より説明の放送があり12時より退避行動、避難を開始した（表1）。その後の様子をビデオカメラで撮影した。撮影場所は、人口密度が高く、合流や分岐があることを考慮し、3号棟および6号棟の間から北向きに7号棟と6号棟の間の地点とした（図3）。撮影場所から見た避難経路を図4に示す。図4に示す通り、本撮影地点での避難経路の幅は約3m、一方通行であり対向歩行者は存在しない。また、その先の障害物もない。撮影動画より、1人1人の画面を通り過ぎる時間や、隣の人との距離、合流地点での譲り合い、分岐点での行動選択をカスタマイズしながら、どのように動いているのか、パターンごとに分析を行った。本研究では、基本情報である「撮影地点を通過した人数」、避難時に重要と考えられる「歩行速度」、さらに「避難方法として際立った点」に着目して分析を行った。

3. 分析結果

前章で述べた通り、本研究では、基本情報である「撮影地点を通過した人数」、避難時に重要である「歩行速度」、さらに「避難方法として際立った点」に着目して分析を行った。以下にその結果を述べる。

最初に、基本的な情報として、「撮影地点を通過した人数」を分析した。撮影場所を通過した人数および男女数を図5に示す。全体では777名、男性197名、女性580名であり、男女比は男性：女性＝1：3であった。今回の避難訓練の参加者は、学生2,163名、教員168名、職員（来客を含む）189名の合計2,620名であった。よって、全参加者の約30%が本撮影地点を通過しており、避難経路としては非常に重要な経路といえる。

時間経過に対する通過人数を図6に示す。撮影地点の7号棟前に、最初の集団が到着してから約4分間で防災訓練参加者が通過し終えた。撮影地点に最初の集団が到着してから約1.5分で歩行者流率約250人/分、つまり約4人/秒で一定となり2分程度続いた。通路幅は3mであるので、1人当たりのスペースは $(60 \times 3) / 250 = 0.72\text{m}^2$ 、よって歩行者平均密度は約1.4人/ m^2 であった。歩行者密度が高くなると通過人数はほぼ一定で大きく変動していないことより、避難訓練時は歩行者に与えられているスペースに順番に並んで移動してい

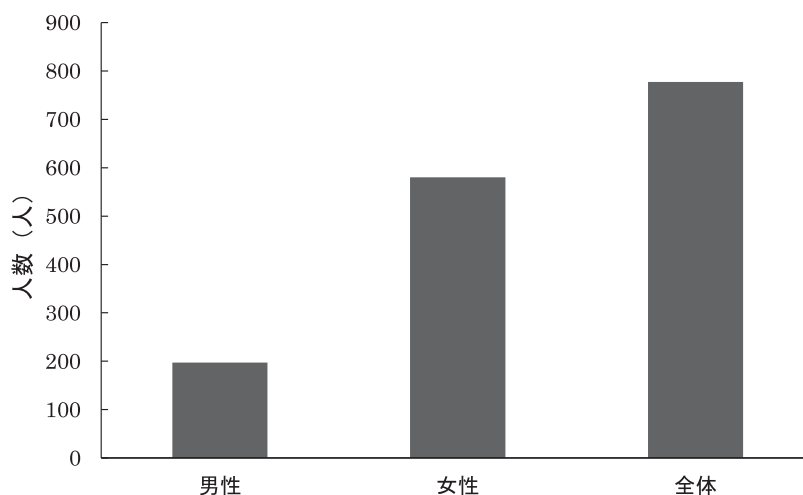


図5 撮影場所の通過人数

ると想定できる。

次に、避難時に重要である「歩行速度」を分析した。歩行速度の平均は約0.8m/sであった。従来研究では、駅構内や街の歩道等の場所、対向歩行者や障害物の有無によって様々な知見が得られており、歩行速度は1.3m/sを中心にばらつきがある（高宮，2002；鍋嶋，2009；毛利，1977）。歩行者密度による歩行速度の変化を図7に示す。従来研究での調査結果と比較すると、歩行者密度が大きくなると速度が遅くなる傾向は従来と同様であった。しかしながら、今回は対向歩行者および障害物がないにもかかわらず、従来研究の調査結果に比べ速度は同等あるいは遅めといえる。つまり、今回は“避難”という状況の想定であったが、駅構内等の災害時ではない通常時の大群衆移動と同等あるいはそれ以下の歩行速度であった。大規模な地震発生時には、学生・教職員の生命の安全を確保し、施設設備・知的財産を保護しなければならないにもかかわらず、歩行速度が速くはならなかった。

最後に、「避難方法として際立った点」について述べる。撮影画像を分析し特に際立っていると感じた点は、単独ではなく複数人（グループ）で移動している人が多いことであった。そこでそれらに着目して分析を行った。

グループ人数とその組数、および、グループ内人数別の歩行者平均速度を図8および図9にそれぞれ示す。これらの結果より、単独で避難する人よりも、複数人のグループで避難している人が多いことが分かった。単独では83組に対し、複数人のグループは248組であった。人数割合では約9割の人がグループで移動していた。また、平均速度については、単独で避難している人の速度に対して、複数人のグループでは約3分の1の速度になっていることも分かった。単独では平均1.82m/sに対し、複数人のグループでは平均0.64m/sであった。ビデオ画像から複数人のグループで道を塞いでいる様子がみられ、通常時の移動と同程度以下の速度での避難となってしまうていた。

4. 考察

以上の結果より、単独で避難する人より複数人のグループで避難している人が非常に多く、全体の速度が低下していた。また、複数人のグループで、会話をしながら人の流れに身を任せている人がいたことも、速度低下の原因になったといえる。仮に、複数人のグループで避難するのではなく、全ての人が単独で避難したのならば、避難にかかる時間は半分以下になると想定される。今後の防災訓練時にはグループではなく単独での移動を行えばより速やかな移動が実現できるといえる。ただし、今回の4分間で避難した状況から例えば2分間に短縮された場合、実際の災害時においてどれぐらいの効果があるかは検討の余地がある。

一方で、実際の災害時にはもっと迅速に自分勝手に逃げようとするのが想定されるが、今回の避難訓練では歩行者に与えられているスペースに順番に並んで移動していることが分かった。そのため、目的地が設定されている中での大衆移動において、歩行者に与えられるスペースが、歩行者の速度、歩く場所を決定する大きな要因となっており、混乱もなく整然と防災訓練を遂行することができた。

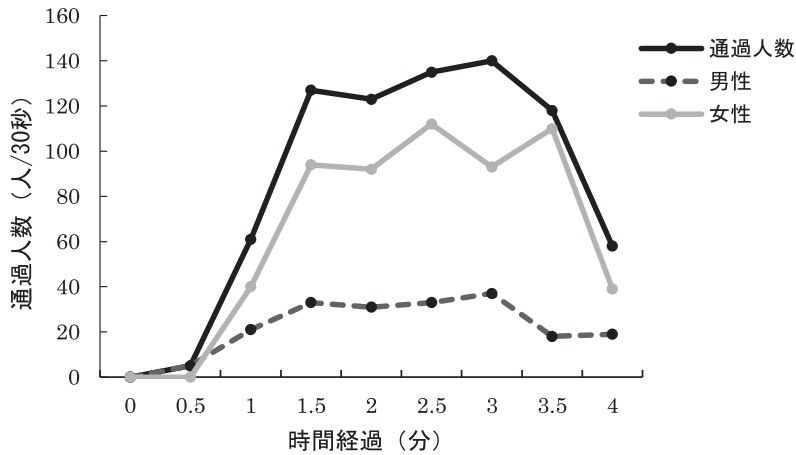


図6 時間経過に対する通過人数

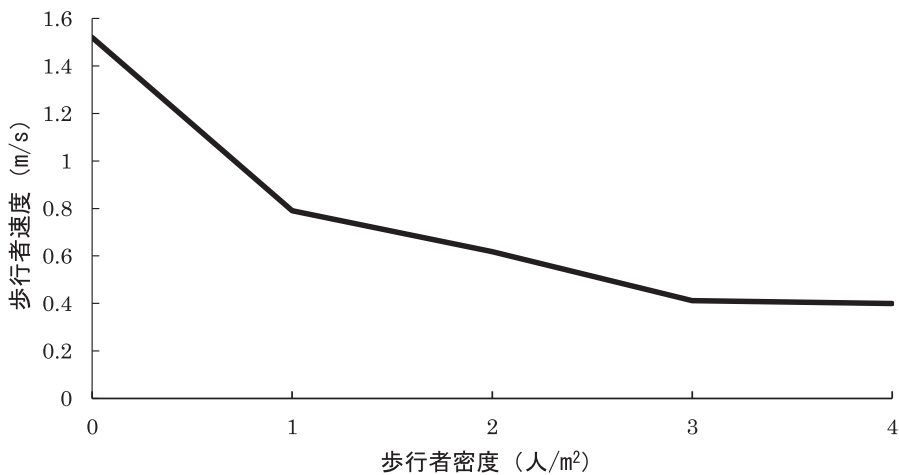


図7 歩行者密度による歩行速度の変化

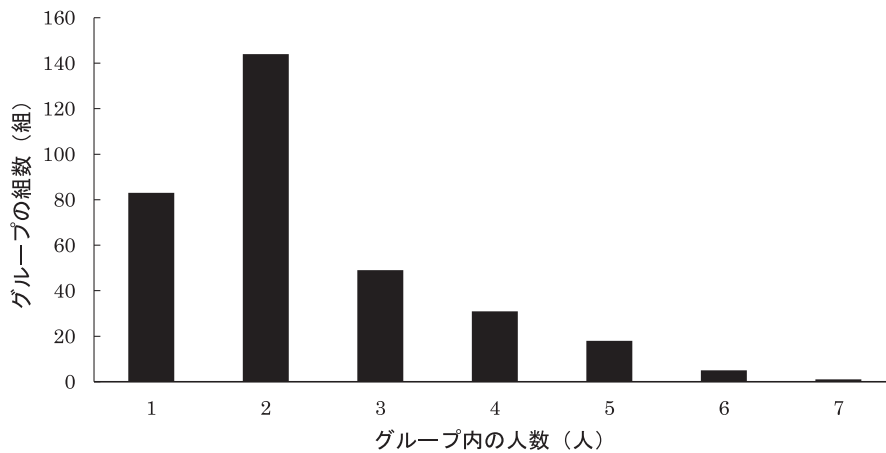


図8 グループ内の人数と組数

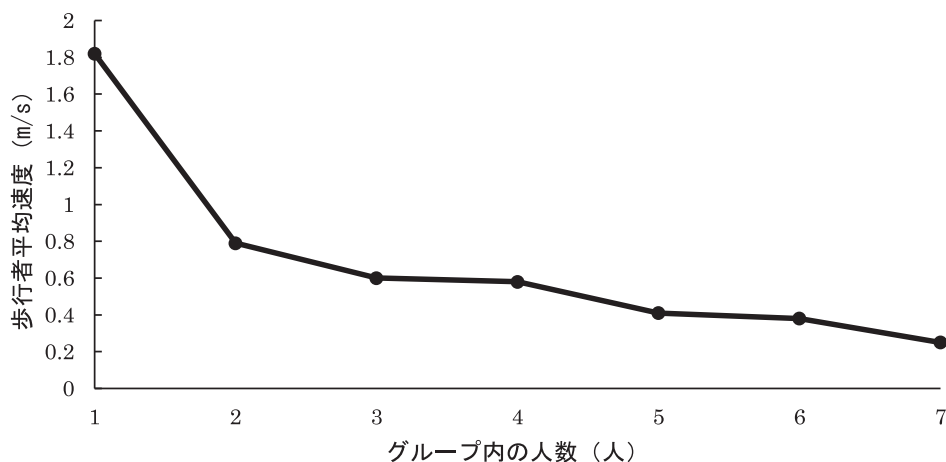


図9 グループ内人数別の歩行者平均速度

5. まとめと今後の展望

本研究では、本学の防災訓練を効果的かつ災害時に役立つものとするため、2014年12月12日に初めて実施した防災訓練時の人の流動を分析した。

最初に、分析対象とした人数および速度を分析した結果、撮影地点である7号棟前を777名（避難訓練参加者の約30%）が通過し避難開始から4分で通り終えたことが分かった。最初の集団が撮影地点に到着してから約1.5分で歩行者流率約250人/分かつ平均密度約1.4人/m²の一定値に達し2分程度続いた。次に、歩行者速度を分析した。その結果、速度の平均は約0.8m/sであった。歩行者密度に対する歩行速度の関係は、歩行者密度が大きくなると速度が遅くなる傾向は従来研究と同様であったが、速度自体は従来研究の調査と同等あるいは遅めであった。つまり、今回は避難という状況であるにもかかわらず、駅構内等の災害時ではない通常時の大群衆移動と同等あるいはそれ以下の歩行速度ならびに傾向が見受けられた。大規模な地震発生時には、学生・教職員の生命の安全を確保し、施設設備・知的財産を保護しなければならないにもかかわらず、歩行速度が速くはならなかった。最後に、グループ人数とその組数、および、グループ内人数別の歩行者平均速度を分析した結果、単独で避難する人よりも、複数人のグループで避難している人が多いことが分かった。人数割合では約9割の人がグループで移動していた。また、歩行者平均速度については、単独で避難している人の速度に対して、複数人のグループでは約3分の1に減速していたことが分かった。

大学という多数の学生・教職員がいる現場においては、いかに効率良く安否確認、安全確認および避難地の提供を行わなければならないが、防災という意識が希薄で単に学校行事のため移動している参加者が多く、効率的な防災訓練とはなっていないと感じた。

一方で、実際の災害時にはもっと迅速に自分勝手に逃げようとするのが想定されるが、今回の避難訓練では歩行者に与えられているスペースに順番に並んで移動していることが分かった。そのため、目的地が設定されている中での大衆移動において、歩行者に与えられるスペースが、歩行者の速度、歩く場所を決定する大きな要因となっており、混乱もなく整然と防災訓練を遂行することができた。

今後の防災訓練時にはグループではなく単独での移動を行えば、より速やかな移動が実現できるといえる。ただし、今回の4分間での避難した状況から例えば2分間に短縮された場合、実際の災害時においてどれぐらいの効果があるかは検討の余地がある。また、今回の分析により歩行者流率約250人/分、密度1.4人/m²であったが、訓練時よりも学内の滞留者が多い場合を想定し、確実に避難できるかを把握する必要がある。さらに、今後は、防災教育について研究を行い、本学における防災に対する意識を調査、改善をしていく必要があると考える。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、防災訓練実施時における副学長の河辺泰宏先生、石田好江先生、並びに人間情報学部学部長の三和義秀先生に防災訓練時の撮影・分析の許可を頂きました。また、人間情報学部教授の親松和浩先生に有益なコメントをいただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 上月康則・井若和久・田邊晋・栗原美波・山口奈津美・山中亮一・村上仁士 (2008). わが国における大学防災の現状に関する調査研究 土木学会安全問題研究, 論文集, Vol. 3.
- 小川宏樹・黒崎ひろみ・井若和久・田邊晋・大谷寛・中野晋・上月康則・村上仁士 (2006). 地震・津波災害時に大学の事業継続を担保する防災教育の提案 土木学会安全問題研究, 論文集, Vol. 1.
- 木村玲欧・林能成・鈴木康弘・飛田潤 (2006). 名古屋大学における防災訓練の実施と継続的な防災教育の試み 土木学会安全問題研究, 論文集, Vol. 1.
- 小池則満・正木和明・内藤克己 (2007). 緊急地震速報の有効性評価に関する研究～大学キャンパスにおける避難訓練事例を通して～ 土木学会安全問題, 論文集, Vol. 2.
- 高宮進・森望 (2002). 歩行者交通流からみた歩道幅員に関する一考察 (特集 安全・快適な道路交通環境をめざして), 土木技術資料 44(9), 38-43.
- 日本気象協会, ALiNK インターネット, 地震の震源地分布 http://www.tenki.jp/bousai/earthquake/seismicity_map/?area_type=japan_detail&recent_type=100days 2015年11月3日閲覧
- 鍋嶋雄一・岩倉成志(2009). 東京都心部の駅構内における駅構内と歩行者速度に関する分析, 芝浦工業大学岩倉研究室卒業論文, 93-94. <http://www.db.shibaura-it.ac.jp/~iwakura/ronbun/b/09/nabeshima.pdf> 2015年12月30日閲覧
- 毛利正光・塚口博司 (1977). 歩行路における歩行者挙動に関する研究, 土木学会論文集 No. 267.