

バーチャルリアリティを活用した地下空間における災害時の避難行動に関する研究 -津波・洪水に着目して-

横浜国立大学 大学院	都市イノベーション学府	学生会員	○國村 光
横浜国立大学 大学院	都市イノベーション研究院	正会員	松行 美帆子
横浜国立大学 大学院	都市イノベーション研究院	正会員	田中 伸治
横浜国立大学 大学院	都市イノベーション研究院	正会員	有吉 亮

1. 背景と目的

近年日本では、ゲリラ豪雨と呼ばれる局地的短時間の豪雨の発生が増加し、道路の冠水や地下街への水の流入などの被害も発生している^{1),2)}。また、日本で発生する水害は、豪雨によるものだけではなく、津波による被害も深刻であり、2011年3月11に起きた東日本大震災では、それに加えて我が国の多くの都市は海や河川の水位よりも低い土地に形成されている場合が多く、浸水の危険性が高い³⁾。こうした中、近年の大規模な都市開発に伴って、地下空間が複雑に広域化してきた⁴⁾。日本の災害発生状況及び複雑化かつ広域化した地下空間の現状を踏まえると、迅速に避難が完了できるように、地下空間における避難確保計画等の見直しが必要だと考えられる。

そこで本研究では、ヘッドマウントディスプレイ(HMD)を用いた災害避難実験を行うことで、津波と洪水を想定した災害時の避難行動の特性を把握することを目的とした。また、それにより、地下空間の避難誘導に対する課題を明らかにし、改善策を検討することを目的とした。

2. 実験概要

本研究ではゲームエンジン Unity を用いて仮想地下街を作成し、被験者にHMDを装着してもらうことで、作成した仮想地下街内で災害避難実験を行う。実験では、津波を想定した実験と洪水を想定した実験の両方を各被験者に体験してもらう。実験で用いる仮想地下街の地図と実験に用いた空間の映像を図1、図2に示す。本実験の地下街は、2つのビルを結ぶ構造になっており、南側に海、北側に高台が存在すると想定している。また、図の番号は出口の場所を表している。

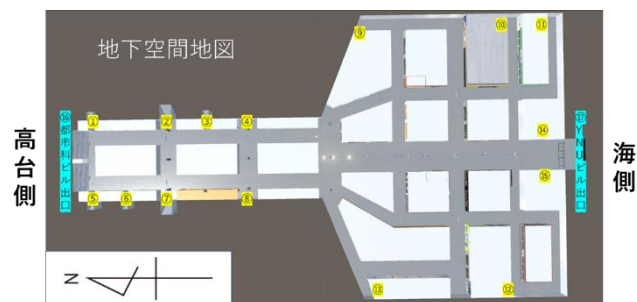


図1 仮想地下街地図

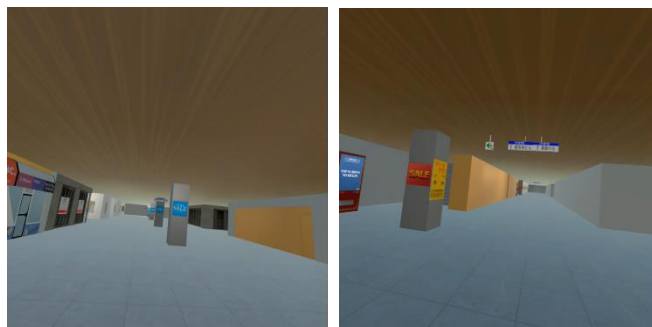


図2 実験に用いた空間の映像

今回の実験では、地下空間の避難誘導に対する課題を明らかにするという目的があるため、避難経路選択等が他の避難者に影響されないよう、実験空間には被験者以外に人は存在しない。また、本実験では地下空間へ浸水が始まる前に避難が完了することを想定しているため、実験中は実際に水が地下空間に侵入してくることはない。災害避難実験の実施期間は2022年1月9日から2022年1月23日で、被験者は、横浜国立大学の学生23名である。

実験に際して、津波避難では、季節は夏、天気は晴れ、震度7の地震が発生し、揺れが収まった直後を想定、洪水避難では、季節は夏、天気は大雨、市から「警戒レベル3 高齢者等避難」の警報が発令されている状況を想定しており、以上の事前情報を被験者に説明し、津波避難では津波警報を、洪水避難では警戒レベル4の館内

キーワード：避難行動, バーチャルリアリティ, 津波, 洪水, 地下空間

連絡先：〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5 横浜国立大学交通と都市研究室 TEL 045-339-4039

放送を流して実験を開始する。実験終了後、アンケート調査とインタビュー調査を実施する。

3. 分析結果

各スタート地点から到達した避難場所とその到達人数の関係についてまとめた結果を図3に示す。津波は高台側のビルへ避難する被験者が多かったのに対し、洪水は、高台側のビルへ避難する被験者と地上へ避難する被験者が同程度存在した。

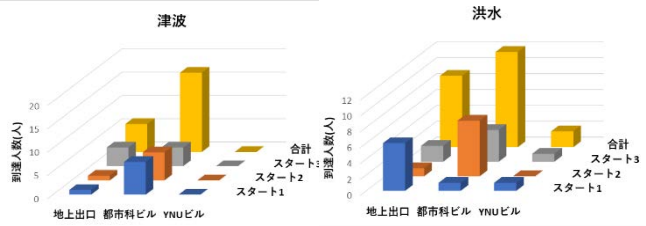


図3 各スタート地点からの到達場所と到達人数の関係

次に、被験者が実際に避難した際の映像から、被験者の避難軌跡を作成し、分析を行った。分析の結果より、津波では、多くの被験者が地下通路を利用してビルに避難したのに対し、洪水は地下通路を利用してビルに避難した被験者と、地下通路から地上に出て避難施設に避難した被験者が同程度存在した。

アンケート調査では、避難理由や、誘導サインに気づいたか、避難に影響したかなどを津波と洪水で比較した。結果は、避難時の挙動は津波と洪水で類似していることが明らかとなった。

誘導サインに関しては、本実験では天井の案内サインと避難誘導灯の2つを設置した。津波と洪水に共通して、避難誘導サインに気づかない人が半数いることが明らかとなった。また、避難誘導灯と天井の案内サインに関して、避難経路選択に影響を与えたと答えた被験者に対し、その理由を記述してもらい、テキストマイニングを行った。津波、洪水ともに同様の結果を示した。図4は津波のテキストマイニング結果で、記述数が多い単語ほど大きく表示される。結果として、避難誘導灯よりも天井の案内サインの方が避難方向や地上の地形に関して意識させていることが明らかとなった。

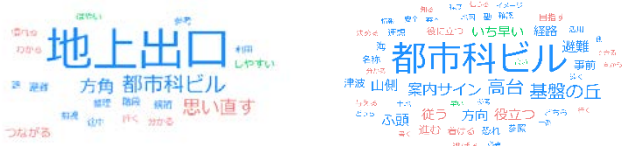


図4 避難誘導灯と天井の案内サインのテキストマイニング

インタビュー調査では、十字路口における経路選択理由を明らかにするために、十字路口で直進した理由、進路変更した理由を調査し、分析を行った。分析の結果より、全部で113個の意見を記述し、そのうち62個で天井の案内サインに関する記述、13個で地上出口に関する記述があり、経路選択に影響することが分かった。

4. 結論

本研究では、津波と洪水の地下空間における避難行動に関して、津波では地下通路を利用してビルに避難する割合が高く、洪水では地下通路を利用してビルに避難する割合と地下通路から地上に出て避難施設に避難する割合が同程度存在するという違いが明らかとなった。

地下空間の避難誘導に対して、避難誘導灯が気づきにくいということ、津波、洪水避難の場合は避難すべき方向が避難誘導灯を見ても分かり難いということ、地下空間は地上と隔絶されている故に地上の状況が分からないという課題があることが明らかとなり、その改善策としては避難誘導灯の改良、地下空間内に、地上の様子が分かるような電子掲示板や、地上に出てからの今後は幅広い年齢層かつデータ数を集めて実験を行う必要性、実験空間の改善や人の動き、浸水のシミュレーションなどによってよりリアルな実験環境を整備する必要性がある。

参考文献

- 国土交通省， 気象庁， 災害をもたらした気象事例(平成元年～本年)
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/index_1989.html
- 国土交通省， 九州地方整備局， 主な災害の概要， [17]福岡水害(H11.6.29)
http://www.qsr.mlit.go.jp/bousai_joho/torikumi/index_c17.html
- 河川事業概要 2018， 我が国の水害リスクの現状
https://www.mlit.go.jp/river/pamphlet_jirei/kasen/gaiyou/panf/pdf/c1.pdf
- 総務省， 地下街等地下空間利用施設の安全対策等に関する実態調査， 地下空間におけるネットワークとしての安全対策の必要性
https://www.soumu.go.jp/main_content/000413276.pdf