大規模地震発生時のドライバーの意思決定傾向をドライブシミュレータで調査する手法の検討

Investigation of a method to investigate driver's decision-making tendency at the occurrence of a large-scale earthquake with a drive simulator

鳥田 拓也[*1]　北村 尊義[*2]　泉 朋子[*3]　仲谷 善雄[*2]

Takuya Torita[*1], Kitamura Takayoshi[*2], Izumi Tomoko[*3] and Yoshio Nakatani[*2]

Abstract - Disruption of road traffic at the time of a large-scale earthquake has become a big problemTravel of ambulances and emergency vehicles is hindered due to congestion and congestion of the road immediately after the earthquake. In urban areas crowds and automobiles trying to go home produce large congestion around the intersection. In coastal areas where there is a high possibility of tsunami, smooth evacuation is hindered if many people evacuate by cars. Research on how such road congestion affects the society immediately after the occurrence of a disaster is mainly focused on computer simulation, but in addition to questionnaire survey on the behavioral characteristics of the driver immediately after the disaster. There is no effective investigation method so far, it has not advanced much. Therefore, this study aims to examine the strategy using the drive simulator to extract the judgment for extracting judgment of passenger car driver at large scale earthquake occurrence. This research will provide a new investigation method on driver's decision making and behavior that was set as a hypothesis in the existing multi - agent simulation, and it is considered that more realistic simulation can be realized.

Keywords: Traffic / driver assistance and safety/relief

1. はじめに

大規模地震発生時における道路交通の混乱は大きな問題となっている．地震直後の道路の混雑・渋滞によって救急車や緊急車両の運行が妨げられる．都市部では帰宅しようとする群集と自動車が交差点周辺を中心に大きな渋滞を生み出す．津波の可能性が高い沿岸部では，自動車により避難する人が多数発生すれば，スムーズな避難が阻害される．このような道路渋滞が災害発生直後の社会にどのような影響を及ぼすのかに関しては，計算機シミュレーションを中心として研究が行われているが，災害直後のドライバーの行動特性については，アンケート調査の他には有効な調査方法がこれまでになく，あまり進んでいない．

そこで本研究では，大規模地震発生時における乗用車ドライバーの判断を抽出するための判断を抽出するためにドライブシミュレータを用いた方策について検討することを目的とする．本研究により，既存のマルチエージェントシミュレーションにおいて仮説として設定されていたドライバーの意思決定と行動についての新しい調査方法が得られることになり，より現実的なシミュレーションを実現することができると考えられる．

2. 研究動向

2.1 津波避難に対する動向

近年，津波災害に対しては様々な対策が施されている．ハード面としては防波堤・防潮堤の設置が行われており，浸水範囲の縮減，避難時間の確保が見込まれている．近年では，異常時にだけ浮上する直立浮上式防波堤の設置が行われている．湾や港の防波堤には船の出入り口が設けられており，そこから津波が浸入することで被害を受ける．そこで，平常時は船の航行が自由にでき，津波・高波が襲来したときだけ海底から鋼管が浮上する可動式防波堤が開発されている．ソフト面としては，高台・津波避難ビルなどの避難する目標地点，方法，経路，高齢者など要援護者の支援方法についてあらかじめ津波避難計画を立てておくことや住民へ早期情報提供をする津波警報システムの整備が進められている[1].

2.2 津波発令時の人々の避難意識

東日本大震災時に大津波警報が発表された地域の居住者 11，962 人に対して，東日本大震災時の地震・津波避難に関する web アンケート調査が行われた[2]．地震津波発生直後に津波が必ず来る津波が来るかもしれないと思

*1: 立命館大学大学院　情報理工学研究科
*2: 立命館大学 情報理工学部
*3: 大阪工業大学　情報科学部
*1: Ritsumeikan University Graduate School of Information Science and Technology
*2: College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University
*3: Graduate School and Faculty of Information Science and Technology, Osaka Institute of Technology

った人は，浸水想定区域もしくは実浸水区域で 5 割弱，それ以外の区域で 2 割強であった．「地震直後に，あなたのいた場所に津波が来ると思いましたか」という問いに，「津波は来ないだろう」と答えた人の割合で，「過去にこの場所までは大きな津波が来たことがない」という話を思い浮かべていた比率が高いことが分かった．大津波警報を見聞きし，「大きな津波が来るかもしれない」と感じた人は，約 4 割であった．また，地震当日中に津波から避難した人は，浸水想定区域もしくは実浸水区域で約 2 割，それ以外の区域で 1 割に満たないことが分かった．このように，日本人の津波に対する避難意識はまだ低いものがあり，このままでは近い将来に発生が危惧されている南海トラフ巨大地震での大津波の際にも多くの犠牲者が出ることが考えられる．

このような問題に対処するためには，避難の必要性を単に訴えるだけの避難活動だけでは効果が小さいと言える．地域住民が津波の危険性を自らの命の問題として深く認識し，自発的に避難を決断できる住民となるような津波防災教育が必要であり，そのためには，津波避難時にはどのような状況が発生しうるかを効果的に示すことのできるシステムの開発が必要になってくると考える．

2.3 津波避難シミュレーションに関する研究事例

2.3.1 自動車運転者の津波避難実験のためのドライビングシミュレータの構築

実際の地震発生時には，正常な判断が取れず，道路交通法に違反する歩行者や自動車の運転が見られると予想される．しかし本当にそうなのか，どのような判断がおこなわれ，どのような運転行動が発生するのかについての実証的な研究は行われてこなかった．

榊ら[3]は，神奈川県鎌倉市を対象地域とし，津波の発生から運転車両が冠水するまでを体験できるドライブシミュレータを開発している．この研究では津波を発生させ，運転者に文字情報と警報音を提示し，判断の抽出を行っている．この研究の行われた 2014 年時点で，自動車の運転者の目線からの津波シミュレーションを行い自動車に対する避難誘導標識の効果や運転者への情報配信について定量的に評価する研究は行われていなかった．そこで本研究では，明応型地震で最大津波高さが 12.9m と予測されている神奈川県鎌倉市を対象地域として，バーチャルリアリティ（VR）空間内に道路，建物，信号，街灯，鉄道などを配置して走行実験コースを作成し，自動車を運転中に津波が発生した際の運転体験シナリオを再現できるようにした．この VR 空間を，3 面モニタ，ハンドル，アクセル，ブレーキペダルからなる簡易ドライビングシミュレータに取り込み，走行実験を行う．このシミュレータは，車速およびハンドル操作等を時刻歴で記録できる．図 1 にシステムの外観，図 2 に画面表示例を示す．津波数値解析の波源モデルには，神奈川県が津波浸水予測図の作成に使用しているものを用いている．

図 1 ドライブシミュレータの外観[4]

Fig.1 Appearance of Drive Simulator [4]

図 2 運転者目線での画面表示例[4]

Fig.2 Screen display example with driver's perspective[4].

10 名の協力者による実験の結果，津波警報を受信した直後に，半数以上が高台または目的地（事前に高台と周知）へ向かうことを意図したことが分かった．また，3 人の被験者が「どこかへ車を停めて，運転をやめようと思った」と回答している．その後の行動については，予定した通りの経路で目的地（高台）へ向かった被験者と，経路を変更し山の見える方向（当初の目的ではない高台）へ走行しようとした被験者が同数であった．また「内陸か海岸線から離れたところへ向かおうとした」「高低関係なく，海から離れようと思った」など，沿岸部から離れようとしたことがわかっている．なお，榊ら[3]の研究では，道路の渋滞状況や歩行者の動向による影響について考慮できていないという課題がある．

以上のように，関連研究では，様々なモデルを導入して計算機シミュレーションを実施し，実際の避難事例と比較することによって，導入したモデルの妥当性を検証するという方法を採用しているものが多い．もちろん，このような方法も有効であるが，どのような行動傾向をモデルに組み込むかという仮説は別の方法で得る必要がある．本研究は，そのような仮説を得るための手段であると位置づけることができる．

3. システムの提案

3.1 提案システムの概要

本研究で提案するシステムは，協力者に使用してもらうことによって，津波警報発令時に車で避難する人たち

の行動傾向を調査するための実験環境であると言える．ここで得られる試験は，例えば計算機シミュレーションの基礎となる行動モデルの仮説として利用できる．このような目的のシステムを構築するに当たって，今回はまず，仮想現実感技術（Virtual Reality：VR）を用いた簡易なドライビングシミュレータを構築して，実際と同様な道を仮想的に運転してもらい，協力者からどのようなデータを得られるか，また現実との相違点についてどのような評価を得られるか，などを確認することする．

3.2　システムの利用手順

提案システムで協力者からデータを収集する場合には，次に示す手順を用いる．

① システムを開始する前にハンドルの扱い方，ウインカー，アクセル，ブレーキの操作方法の確認を行う．
② 走行可能なルートでの試運転を行ってもらう．運転している地形の確認，ドライブシミュレータの操作確認を行い，自分の意志で操作を行えるようにする．
③ シナリオでの運転を行ってもらう．
④ シナリオでの走行後，アンケートを実施し，運転者の属性，津波発生時の避難運転の行動特性を行う．

4.　実験

4.1　実験の目的

本研究では開発した自作システムを実験協力者に利用してもらうことで，前章で述べたデータの抽出や本システムが有用であるか等の試験を目的とする

4.2　実験の方法

4.2.1　実験に用いる外部仕様

図 4 に示すように，PC に 3 面ディスプレイ，ハンドル，ブレーキ，アクセルを取り付け，簡易なドライブシミュレータを再現する．

本研究におけるシミュレーションコース（避難経路）を作成するにあたって，3 次元リアルタイムバーチャルリアリティソフトであるフォーラムエイト社の UC/Win road を使用した[4]．UC/Win road は各種プロジェクトの 3 次元大規模空間を簡単な PC 操作で作成でき， 多様なリアルタイム・シミュレーションを可能とした，柔軟な開発環境，高度なシステム開発に適用できるソフトウェアである．地形としては，国土地理院承認（平 12 総使，第 173 号）の 5m/30m/50m メッシュ標高（全国）や 2，500 空間基盤（東京/大阪）を再現することが可能である．また 3 次元モデル・テクスチャなどの標準データに加え，UC-win/RoadDB からインターネット経由で豊富な素材を直接ダウンロードして利用できる．

図 4 簡易ドライブシミュレータでの走行様子
Fig.4 A running situation of a simple drive simulator

その他，編集・移動ツールが豊富に用意されており，モデルの拡大・縮小，移動，回転，傾き，配置が可能である．アクション設定により動作モデルの作成，動作制御が行える．道路・河川・湖沼・飛行パスなど各種線形をパラメータやフリーハンドで入力でき，道路，トンネル，橋梁，河川，歩行ルートの自動生成可能となっている．

ハンドルコントローラ，フットワークコントローラには Logicool 社の G27 ステアリング ホイールを使用した[5]．本製品は，ハンドルコントローラ，フットコントローラ，シフトレバーの 3 つで 1 セットとなっているが，本研究で扱うシミュレータでは，走行をより自然な形で行いたいと考え，オートマチック車を前進のみでの走行であると想定し，シフトレバーは使用しないこととする．

4.2.2　実験に用いる内部仕様

UC/Win road でのコース作成

UC/Win road では以下の手順でコースの作成を行う．

① 地形情報
② 道路定義
③ 編集作業
④ シミュレーション

以下でそれぞれの工程の詳細を述べる．本システムのシミュレーションコースの作成手順は一般的なものであるが，具体的に必要となる作業を明示するために，後述する実験で対象地域とした大阪湾南部沿岸地域を具体例として挙げて説明する．この地域は，南海トラフ地震において大きな津波被害が想定されており，日常的に車の通行量が多いので，車を用いた避難が避難全体に与える影響を調べる必要がある．

(1)　地形情報

本実験では，大阪湾沿岸地域の道路の 3 次元データの作成を行う必要がある．そこで国土地理院の 50m メッシュを利用し，これにより，実験の対象地域である高石市，堺市の標高等の地表データを抽出した．なお堺市のハザードマップ[6]を確認し，津波注意ラインまでの道路を作成した．

(2)　編集作業

3D モデルの利用手順は図 8 の通りである．

図 5 3D モデルの利用手順

Fig.5 Procedure for using the 3D model

まず 3D モデルを作成し，UC-win/Road へ登録を行う．このとき UC-win/Road データベースから道路で利用可能な素材のダウンロードも可能である（図 5）．これによってビルなどの道路周辺施設を配置することができる．

(3)　シナリオの設定

最後の工程では，シミュレーションに必要な他の要素，例えば道路の歩行者や自動車の動き，すなわち交通流の設定や，シミュレーションのシナリオを設定する．交通流はそれぞれの道路単位で生成でき，車種，時間当たりの交通量，車両の初期速度の設定を行う）．歩行者のネットワークは図 6 の画面から編集を行うことができる．歩行者のプロファイルを設定し，ネットワーク編集画面で歩行者のパスウェイを選択する．これにより，交通流を開始すると，このネットワーク上に群集の動きが表現される．

図 6 歩行者ネットワークの設定画面

Fig.6 Setup screen of the pedestrian network

図 7 にシナリオ設定画面を示す．シナリオに基づいたシミュレーションを作成することが，本研究の実験目的であるデータの抽出に最も重要である．シナリオとはシミュレーション開始から終了までの流れである．複数のイベントを組み合わせることで設定を行い，イベント毎に発生させる条件，動作，結果などを設定し，それを必要なだけ追加することで 1 つのシナリオを作成する．ここで言うイベントとは，シナリオの流れの中で，時間条件や運転車両の通過点条件により開始・終了される 1 つの動作を意味する．ひとつのイベントが終了すると次のイベントへ進む．それぞれの発生条件には動作制御点とイベントを設定する．この動作制御点とは，道路の任意の位置に，自動車やモデルなどの動作制御が設定された地点のことであり，車両を運転して通過したときのみ有効である．本システムを用いた実験では，以下のようなシナリオに基づいてデータを収集することとする．

A 沿岸部の運転中に地震の警告を知らせる文字を出現させる．

B 運転中に，警報を知らせず歩行者が避難を行っている様子を再現する．

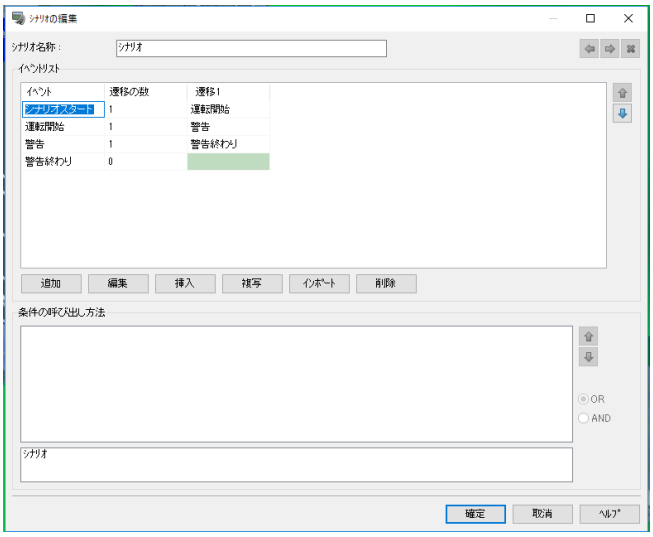

図 7 シナリオの設定画面

Fig.7 Setup screen of scenarios

システム完成等の時間の関係上，以上の 2 つのシナリオを想定し，被験者に模擬走行を行ってもらい，ドライバーの判断や行動に関するデータを収集する．それぞれのシナリオの詳細は以下のようになっている．

A　走行を開始してもらい，1 つ目の信号を過ぎた後，「緊急地震速報受信」の文字を表示させる．次に 2 つ目の信号を過ぎた後，「津波警報が発令されました，高台へ避難してください」の表示を行う．

B　走行を開始してもらい，走行途中，歩行者が道路を横切り左から右方向へ走っている状況を作り出す．2 つ目の号を過ぎた後，「津波警報が発令されました，高台へ避難してください」の表示を行う

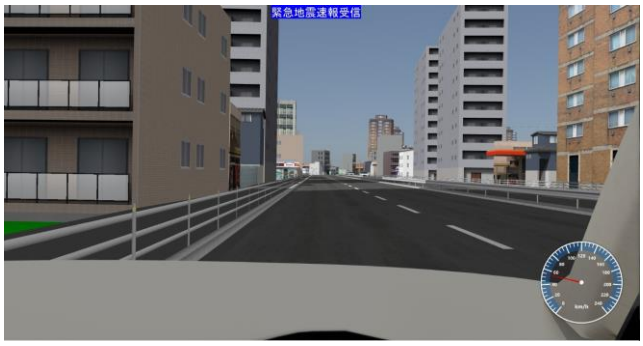

図 8 シナリオ A における状況画面

Fig.8 Status screen in scenario A

図 9 シナリオ B における状況画面

Fig.9 Status screen in scenario B

図 10 シナリオ A・B の状況遷移図

Fig.10 Status transition diagram of a scenario A · B

4.2.3　　想定する走行エリア

本実験では，避難対象地域として，南海トラフ地震において津波被害が想定されている大阪湾沿岸地域の道路の作成を行った．図 16 が本システムの走行可能範囲となっている．

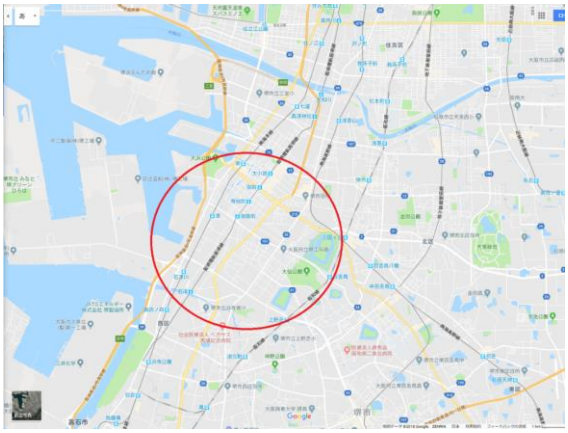

図 11 協力者に提示する位置関係図

Fig.11 Position relationship diagram to present to cooperators

4.2.4　　実験内容の説明

実験に入る前に，実験協力者に実験内容の説明を行う．本実験では，実際に津波からの避難シミュレーションのためのドライブシミュレーションとは告げず，「ドライブシミュレータの動作確認」であると認識してもらう．これは，津波が発生した際の自然なドライバーの行動特性を抽出するためである．まずは操作の練習を行い，次に本番のシナリオ別の運転に遷移する．

走行時に以下のルールを設けた．

① 速度制限は 60km/h とする．
② 走行が不可能となる・走行の中止の合図をするまで走行を続けること．
③ 交通ルールを守って運転を行うこと．

想定シナリオでの走行

前々節で説明を行ったシナリオ A・B を本番の走行で扱う．実験協力者を A→B・B→A の異なる順番で 2 つのグループに分けて走行を行ってもらう．これは異なる順番で走行してもらうことによる順序効果が得られるのかの検証を行うためである．走行は前節で示したルールに従って走行してもらう．

アンケート・インタビュー

本システムの使用感，避難時の運転特性の調査のため，アンケートを行う．アンケートを回答後，インタビューを行った．アンケートの作成には Google 社の提供する Google フォーム[7]を使用する．

4.2.5　　実験協力者

実験協力者には，本システムで想定とした道路を走行したことのない土地勘のない者を対象とし，普通自動車免許を取得している大学生，大学院生 10 名(男 8 名，女 2 名)に行った．以下に協力者の属性を表 1 に示す．

表 1 実験協力者の属性

Table 1 Attributes of experiment collaborators

協力者	年齢	性別	運転頻度	走行シナリオのパターン
A	21	女性	月に1回未満	A→B
B	22	女性	月に1回未満	A→B
C	23	男性	月に1回未満	B→A
D	23	男性	月に1回未満	B→A
E	23	男性	月に1回未満	A→B
F	21	男性	週に1回	A→B
G	23	男性	月に1回未満	B→A
H	22	男性	週に4回以上	A→B
I	23	男性	月に1回未満	B→A
J	23	男性	週に1回	A→B

4.2.6 計測項目

本実験の目的とするデータの収集を行うために行った，アンケートやインタビュー項目を以下に記す．

表 2 シナリオ A の避難行動アンケート

Table 2 Evacuation questionnaire of scenario A

質問内容	記述形式
Q1a.交通違反を起こしてでも逃げようと考えましたか？	6段階選択評価
Q2a.もしほかの車両が交通違反を犯していた場合、あなたもそうしていましたか？	6段階選択評価
Q3a.焦りは感じましたか？	6段階選択評価
Q4a.追い越したいと感じましたか？	6段階選択評価
Q5a.助かると思い込んでいましたか？	6段階選択評価
Q6a.警告の表示を見てどう感じましたか？	自由記述
Q7a.どうしてそう動こうと考えましたか？	自由記述
Q8a.何をきっかけに避難しようと考えましたか？	自由記述

表 3 シナリオ B における避難行動アンケート

Table 3 Evacuation questionnaire of scenario B

質問内容	記述形式
Q1b.交通違反を起こしてでも逃げようと考えましたか？	6段階選択評価
Q2b.もしほかの車両が交通違反を犯していた場合、あなたもそうしていましたか？	6段階選択評価
Q3b.焦りは感じましたか？	6段階選択評価
Q4b.追い越したいと感じましたか？	6段階選択評価
Q5b.助かると思い込んでいましたか？	6段階選択評価
Q6b.警告の表示を見てどう感じましたか？	自由記述
Q7b.どうしてそう動こうと考えましたか？	自由記述
Q8b.何をきっかけに避難しようと考えましたか？	自由記述

表 4 インタビュー項目

Table 4 Interview items

質問内容	記述形式
Q1c.どちらのほうが逃げやすいと感じましたか？	自由記述
Q2c.シナリオの順序が変わると結果は変わっていると思いましたか？	自由記述

4.3 結果

シナリオ A における避難行動アンケートの結果からわかったことを次に列記する．

- Q1a 意見にばらつきが見られたが，比較的多くが交通ルールを守ろうと考えていた．
- Q2a 半数以上の協力者が，交通ルールが守られていない状況だと，自分も守ろうとは考えないことがわかった．
- Q3a 大半の協力者が，焦りを感じていた．
- Q4a 半数以上の協力者が，追い越してでも避難しようと考えていた．
- Q5a 半数以上の協力者が，避難中に助かるであろうと考えていた．
- Q6a 地震の表示では協力者の大半は避難しようとまでは考えていなかった．津波の表示を確認して，避難を考えていた．
- Q7a 大半の協力者が，警告の表示を確認して山側方向へ避難にしていた．
- Q8a 協力者のすべてが警告の表示を確認して避難を行っていた．そのうち地震の表示で避難を行ったのは 2 名だけであった．

表 5 Q6a「警告の表示を見てどう感じましたか？」の回答

Table 5 Q6a Answer to "How did you feel by looking at the warning indication?"

実験協力者	回答内容
A	少し危険性を感じる
B	地震 安全な所へ：津波 高台方向へ移動
C	地震 そこまで焦りはない 津波 海から遠ざかる方向へ
D	津波が発生したため避難しようと考えた
E	危機感をやや感じた
F	山側方向へ信号無視をしてでも 逃げようと考えた 焦りがあった
G	地震 被害はなさそう 津波 焦りがあった 信号無視を行ってでも逃げようと考えた
H	震度や波の高さの情報がないため判断に困った
I	地震 津波が来そうだがまだ大丈夫 ：津波早く車で逃げよう
J	地震 車を止めよう：津波 ここまで到達するのかわからない

※自由記述や質疑応答から，最も効果的だった事物を 1 つ回答

※回答の地震・津波はそれぞれ「緊急地震速報受信」・「津波警報が発令されました，高台へ逃げてください」の表示をみての回答である．

表 6 Q7a「どうしてそう動こうと考えましたか？」の回答
Table 6 Q7a Answer to "Why did you think that would work?"

実験協力者	回答内容
A	山側に行ったほうがいいのではないか？
	車を置いて逃げたかった。避難所が右にあると思った。
B	警告の表示を確認したから。
C	最初は直進したため、直感的に曲がってみよう
	警告を確認し山側方向へ。
D	警告の表示を見て直進せず山側方向へ曲がろうと考えた。
E	警告の表示を見て直進せず山側方向へ曲がろうと考えた。
F	直感的に直進してみたが、警告を確認し山側方向へ曲がった。
G	考えなく進んでいたが警告を確認し山側方向へ曲がった。
H	警告の表示を見てとりあえず右へ向かいたかった。
I	警報を見て避難しようと考えたから。
J	警告に従って右方向へ。

※自由記述や質疑応答から，最も効果的だった事物を 1 つ回答

シナリオ B における避難行動アンケートの結果からわかることは次にあげるとおりである．

- Q1b 意見にばらつきが見られたが，比較的多くが交通ルールを守ろうと考えていた．
- Q2b 半数以上の協力者が，交通ルールが守られていない状況だと，自分も守ろうとは考えないことがわかった．
- Q3b 半数以上の協力者が，焦りを感じていた．
- Q4b 比較的多くの協力者が車両を追い越してでも避難したいと考えていた．
- Q5b 相対的に多くの協力者が助かるであろうと考えていた．
- Q6b シナリオ A と比較してシナリオ B のほうが警告の表示を見て焦りを感じた協力者がいた．大半の協力者が警告の表示を確認して，避難をしなければならないと感じていた．
- Q7b 歩行者の移動を確認して移動した者は少数であった．過半数は歩行者が走行の妨げであると考えていた．
- Q8b それぞれ避難の判断材料となったのは人：警告＝4：6 であった．

インタビュー結果からわかること

- Q1c 半数以上の協力者がシナリオ A のほうが避難しやすいと感じた．
- Q2c ほぼ半数が，順序効果が見られるであろうと感じていた．

4.4 考察

本システムの使用感については，実際の運転に似通った走行ができるものであると分かったが，ハンドル，ブレーキの使用感が劣っていた．走行中にシステムの不具合があり，アクセルを踏んでも加速しないことや，反対車線を走行することや車両同士の衝突時の動作制御が行われていない等の問題が明らかになった．実験協力者の中には，緊急地震速報受信をした時点で車を置いて逃げたいと考える者もいた．

シナリオでの走行では，どちらのシナリオにおいても協力者の過半数は交通違反を犯してまで避難しようとは考えなかったが，周りが交通違反を犯していれば自分も行おうと考える人が大半でであった．システムの問題点として，津波発生等の警告の表示が行われているにもかかわらず，周囲の車両の速度が変わらない，対向車線に

表 7 Q6b「警告の表示をみてどう感じましたか？」の回答
Table 7 Q6b Answer to "How did you feel by looking at the warning indication?"

実験協力者	回答内容
A	シナリオBと比較すると、より焦りがあった
B	安全な所へ 高台方向へ移動
C	早く海から遠い方向へ避難しよう
D	津波が発生したため避難しようと考えた
E	危機感を強く感じた
F	焦りがあったが1回目ほど動揺はなかった
G	1回目より焦りがあった　より逃げようと考えた
H	震度や波の高さの情報がないため判断に困った
I	早く逃げよう　速度を出せばまだ間に合う
J	海から離れよう

※自由記述や質疑応答から，最も効果的だった事物を 1 つ回答

表 8 Q7b「どうしてそう動こうと考えましたか？」の回答
Table 8 Q7b Answer to "Why did you think that would work?"

実験協力者	回答内容
A	警告の表示を確認して右折した。
B	人が動いているから左で
	何かあったのかな？と感じて
C	直感的に人が走っているのを確認して
	右折しようと考えた
D	警告の表示を見て直進せず
	山側方向へ曲がろうと考えた。
E	人が逃げているのを確認し、
	右折しようと考え、警告を聞き直進した
F	直感的に右折し、
	警告を確認し山側方向へ進んだ。
G	考えなく進んでいたが
	警告を確認し山側方向へ曲がった
H	警告の表示を見て
	とりあえず右へ向かいたかった。
I	人が動いているから
	左で何かあったのかな？と感じて
J	人が逃げていて、何かあったのかと感じ、
	右方向へ曲がり警告の表示を見て直進。

※自由記述や質疑応答から最も効果的だった事物を 1 つ回答

車両が走行し続けているなどが挙げられた．このことから，交通ルールを無視した車両を出現させ，山側方向へ走行させるシナリオを作成することで，新たに避難行動の特性を抽出できる可能性が考えられる．

シナリオ A と比較してシナリオ B のほうが焦りを感じる協力者が多く見られたことから，地震発生の表示を見せることでは，焦りを意識させるには弱く，歩行者が走っているという状況を，随時確認させ，何かが起こっているのではないかと想起させることが，焦りを抽出できることが分かった．質疑応答の結果からも，緊急地震速報の受信を示しただけではそれほど危機感を感じていない．地震大国である日本であることから，地震の規模を示さない限り，避難へと移ろうとしないのではないのかという仮説が考えられる．

シナリオ B では，人が走っている状況をみて，何かが起こったのではないかと考えさせ，避難行動を抽出することができたことは，本システムにおける有用性を得られた可能性がある．ただし，歩行者数を増やし，車両の走行を制御し，走行範囲を制限するなど，シナリオごとの検討も必要であると考えられる．

5. 今後の研究計画

今後の研究課題としては本実験で得られた知見で得られた，多くの課題の改善しようと考える．

まず対象地域の変更である．本実験で対象とした堺市では想定以上の津波が襲来すると避難することがまず不可能であり，車での避難を考えにくい状況となることが明らかになった．そこで今後は函館を研究対象の地域としようと考える．函館は，地震，津波の発生時に，海・山等の状況の判断がしやすく，避難行動の抽出に適した地域であるのではないかと考えている．次にドライブシミュレータを使用するにあたって，ゲーム感をなくすことや，より切迫感を持たせるために Oculus Rift の使用やレーシングシミュレータ[8]を利用すること，又，時間制限や焦りを付与することがより効果的な結果が得られるのではないかと考えている．

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP16K21484 の助成を受けたものです．

参考文献

[1] 株式会社大林組：特集 巨大地震に備える 2 津波を知り，備える http://www.obayashi.co.jp/service_and_technology/pickup017 (2018 年 7 月 17 日参照).

[2] 内閣府（防災担当）：東日本大震災時の地震・津波避難に関する WEB アンケート調査,http://www.bousai.go.jp/jishin/tsunami/hinan/10/pdf/4-1.pdf (2018 年 7 月 17 日参照).

[3] 榊想太郎, 丸山喜久：自動車運転者の津波避難実験のためのドライビングシミュレータの構築,土木学会論文集 A1（構造・地震工学）,70 巻,4 号 pp.I_384-I_392 (2014).

[4] フォーラムエイト UC-win/Road ドライブ・シミュミレータ，http://www.forum8.co.jp/product/ucwin/road/road-drive.htm (2018 年 7 月 17 日参照).

[5] Logitech ：G27 ステアリング ホイール,Logicool サポート，http://support.logicool.co.jp/ja_jp/product/g27-racing-wheel (2018 年 7 月 17 日参照).

[6] 津波ハザードマップ 堺市，http://www.city.sakai.lg.jp/kurashi/bosai/tsunami/df_filename_.files/zenshibantizumen.pdf (2018 年 7 月 17 日参照).

[7] Google：フォーム - アンケートを作成，分析できる無料サービス，https://www.Google.com/intl/ja_jp/forms/about/ (2018 年 7 月 17 日参照).

[8] DXRACER(DX レーサー）正規輸入品レーシングシュミレーターCOMBO300(ロジテック G25/27 専用)，https://www.amazon.co.jp/dp/B00UT190CE/ref=cm_sw_r_li_apa_GpNsBbDS78QRW (2018 年 7 月 17 日参照).