

令和元年5月31日現在

機関番号：11301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16159

研究課題名（和文）震災時の心理に基づく避難誘導ではない避難方法についての研究

研究課題名（英文）Evacuation method not guiding evacuation based on psychology at a disaster

研究代表者

山邊 茂之（YAMABE, SHIGEYUKI）

東北大学・未来科学技術共同研究センター・准教授

研究者番号：90533670

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：東日本大震災時は、徒歩避難が原則にも関わらず車避難が多かったため、車による避難行動分析を行った。震災直後を想定した走行実験から、実験参加者の7.5割が他人と同じ行動をして安心感を得る多数派同調バイアスにかかり交通ルールを厳守、一部の運転者が交通ルールを破った方法での避難（東日本大震災で実際にあった対向車線走行）を行うと2.5割はそれを真似る別のバイアスに移行することが分かった。バイアスから脱するには自己判断の入力が必要で、判断材料となる情報の提示方法や位置の検討も行った結果、提示を鵜呑みにした実験参加者は8.5割となり、情報提供の正確性と怖さ、事前の知識の蓄積である防災教育の重要性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

東日本大震災での車避難の実例実験から、災害時は普段想定されていない新たなヒアリハット（対向車線走行など）を生じさせる懸念があることが避難行動から明確となった。これを体験できるシミュレータを構築できたことは、今後、地震が起こると言われている地域へ展開することで災害ヒアリハットに対する知識を蓄積させることができ、防災教育の一環として役立てられることが期待できる。

研究成果の概要（英文）：During the Great East Japan Earthquake, the utilization rate of evacuation by car was high despite the principle evacuation by foot, so we analyzed the evacuation behavior by car. From the driving experiments that were assumed immediately after the earthquake disaster, 75% of the participants in the experiment fell into majority tune bias and became the majority who strictly adhered to the traffic rules. When some drivers evacuated in a way that violated the traffic rules, it was found that 25% of the experiment participants shifted to another bias that mimics it. Self-judgment is necessary to get out of bias. As a result of examining the method and the position of the information presentation that could be the judgment material, 85% of the experiment participants accepted all the presented information. This indicated the accuracy and fear of providing information, and the importance of disaster prevention education, which is the accumulation of prior knowledge.

研究分野：車両工学，シミュレーション工学

キーワード：災害対応 ドライビングシミュレータ 避難

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

東日本大震災時、夕方の時間帯だったこともあり乗り物乗車中に震災に遭われた方が大勢おり、交通渋滞などで多くが逃げ遅れた。東日本大震災の1年9か月後に大きな余震があった際も東日本大震災より早く車による渋滞が起きた。徒歩で逃げるのが原則であるが、乗り物を置いて逃げる心理にはならず、また同時に乗り物乗車中からの避難方法を知らなかった。

難しさは、避難【誘導】を行ってしまうと誘導した先で2次災害の恐れを予測することが困難であることから「誘導してはならない」ことである。これは、徒歩での避難訓練は日頃実施していたが、それでも東日本大震災の際は、避難を誘導した先で想定していなかった2次災害である津波に襲われた経緯から誘導者に対する訴訟問題に発展し、現在もお社会に問う問題となっている。

車は、電車や飛行機と比べて避難対策が立てにくい。要因としては、車のドライバーは専門職でなく、交通ルールが崩壊すると自己の判断で行動しなくてはならず、電車や飛行機と異なり災害時対応マニュアルがないことから、他人の真似をする、つまり「多数派同調バイアス」を引き起こしやすい環境になると推測され、これを打破する方法が必要である。

### 2. 研究の目的

災害時用の特別な情報提示方法では“普段と違う”ことから対応に困り、結局「多数派同調バイアス」に陥り、行動を起こしてもらえない可能性が高い。バイアスがかかった状態に大きな変化を与えて「思い込み」の解除ができる方法を探る。それにはまず、同じシチュエーションにて情報提示方法を変えた場合のドライバー反応の違いを明らかにする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 情報提示場所の検討

計画当初、ヘッドアップディスプレイ（以降 HUD）の普及を見込んでおり、人間の視野にてどこを変化させたら一番認識しやすいか、まずは静止視力してア体験（画面の一部が徐々に変化する）にて確認を行い、得られた知見を今度は動体視力にて変化させて認識できるか確認を行った。

#### (2) ドライビングシミュレータによる災害時の再現

シミュレータに地震の揺れ（6.0度に傾け0.5Hz周期で左右揺らす）を再現する機構を設け、平時として普通に運転している最中にドライバーに地震の揺れを実際に体験させ、揺れの後、災害時に移行するシチュエーションを再現、地震後のドライバーの運転行動を計測した。

情報提示方法も3種類試し、この3種類は提示場所の違いではなく、提示方法の違いである。1種類目は情報提示なし、2種類目は他車には情報提示があり、それに基づき避難行動を起こしているのを自車のドライバーは目視して情報を得る、3種類目は自車に情報提示がある場合で、情報を得られる方法の違いによるドライバー反応と行動を分析した。

走行場所は、東日本大震災でも大きな被害があった宮城県石巻市を仮想空間内に再現して、仮想空間内をドライビングシミュレータにて走行した。

実験に参加いただいたのは、東日本大震災に遭われた男性10名、女性10名で11名が東日本大震災時に車で避難をした方である。

### 4. 研究成果

- (1) HUDによる視野内での変化よりカーナビが設置されているセンターライン上の車内の変化の方が変化量は多く（HUDで表示できる情報が多くはなかったため）、HUDも普及率が予想より高くなかったことから、HUDによる情報提示より従来のカーナビによる情報提示方法とした。地震発生時の表示内容については、議論する余地はあるが、今回シンプルにかつ分かりやすい色で表示を行い、ドライビングシミュレータが暴走したのではなく、地震の揺れの再現であることを認識してもらうには効果的であった。

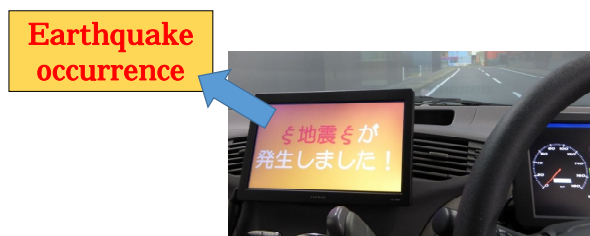


図1 地震発生警告

- (2) 平時を想定した普段通りの運転中に、シミュレータにて地震による揺れを起こし、揺れに対してドライバーはどのような対応をするのか計測を行った。まずは、図1の情報提示なしで東日本大震災時と同様に予告なく突然地震が起きたシチュエーションを想定した。結果、20人中10人が運転を継続し、6人は減速して徐行、4人は停止した。停止も2通りの方法があり、その場で停止したのは2人、路肩に寄せて停止したのが2人おり、実験

後のアンケートからその場に停止した2人は、ハンドル操作が困難だったと回答した。この状況は、運転を継続した10人のハンドル角から確認された。図2は、通常走行から地震時に移行した際のハンドル角を示しており、図中42秒から52秒の10秒間が地震の揺れを発生させた区間である。地震前のハンドル角は、0から10度以内でほぼ真っ直ぐ走行している状況から、地震時は最大26.8度、最小-16.4度で、地震前のハンドル角の約4倍に増加したことで、運転を蛇行させるには十分であった。一方、地震時の安定性に欠ける状況で運転を停止するのではなく、運転を継続することを選択した10人の理由が実験後のアンケートで示され、彼らの答えはただ「できるだけ早く逃げたい」ということであった。これは、実際の東日本大震災の経験が反映された結果であり、実験で同様に確認できたことは大きな成果である。

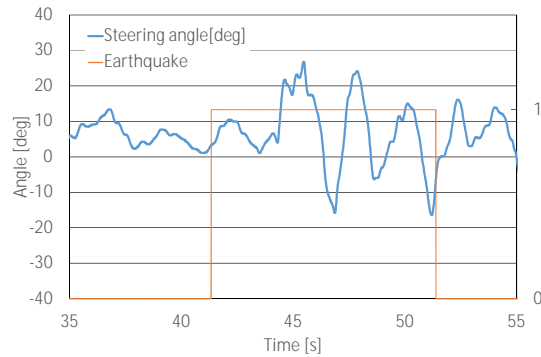


図2 地震前、最中、後のハンドル角変化

- (3) 次は、地震時に図1の情報提示ありの際のドライバの行動を調べた。このシチュエーションは、図1が唯一の情報であり、具体的な避難指示はありません。結果、20人の内5人が情報提示されているにも関わらず運転を継続し、2人が徐行運転、13人が停止した。停止した13人の被験者全員がその場で停止し、誰も道路脇で停止しませんでした。情報提示なしと比較すると、運転継続は20人から5人に、徐行は6名から2名に減少、停止は4人から13人に増加した。

地震時に情報提示により20人中15人を徐行または停止行動にさせた情報提示による結果（実験の順序効果を減らすためにランダムに計測）は、情報提示によりドライバの行動に変化または行動を制限し、次の避難行動の指示を待つまたは受けることを容易にする可能性があることが示唆された。

- (4) さらに、図3は、図1の情報提示の有無による地震時の停止距離を定量的に比較した。情報提示がない場合、停止距離は平均108mです（(2)の4人分のデータを使用）。提供提示がある場合、停止距離は1回目の実験では平均85m（(3)の13人の被験者に基づく）であり、そして2回目の実験は82m（14人の被験者に基づく）であった。情報提示の有無による停止距離に優位な差はないが、停止距離の分散も減らすことができたため、停止距離短縮は、蛇行時間を短くし、安全性に寄与した。

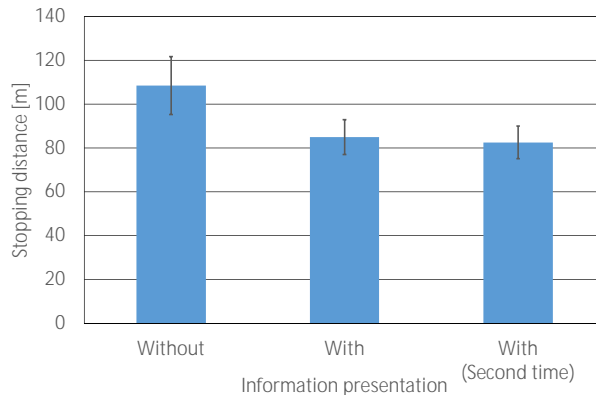


図3 情報提示の有無による停止距離比較

- (5) 地震後に車での避難を開始した直後の最初の交差点におけるドライバ行動は、交差点に着く前に音声案内で「交差点を時速40kmの速度で直進」の指示をした。これは決して正しい案内ではなく、地震で信号機が消灯しており、信号機がない交差点の状態と同じであるため、本来は徐行運転で交差点に侵入しなければならない。目的は、ドライバが交通ルールに従うか音声ガイダンスに従うかを観察することである。

結果、20人中2人のドライバは、音声ガイダンスを無視して交差点に侵入、時速40kmを超えて走行した。他の2人の被験者は右折、音声ガイダンスを完全に無視した。これら4人全員が東日本大震災時に車で実際避難し、経験に基づいて行動したと考えられる。右折した2人は、石巻市に住んでおり、右折が山側へ続く道であることを知っていた。残りの16人中半分の8人は音声ガイダンス通りの運転行動を行い、残りは交通ルールに従い、徐行で交差点を通過した。ここでの正しい交差点の侵入方法は、音声ガイダンスではなくドライバの頭の中にある交通ルールであり、これを守れたのは全体の4割に留まった結果となった。

- (6) (5)の交差点を全員直進で通過した状態で、次の交差点はT字交差点において、右折の音声ガイダンスを行い、これは20人全員右折した。これは、左折すると海側であることは、実験開始位置で山側と海側の位置関係を事前にカーナビの画面で説明していたからだとと思われる。右折すると山側に避難する車で渋滞が起こっているシチュエーションで、東



日本大震災の時と同じ状況を再現している。ドライバは全員、交通渋滞の一部となるが、この状態で3つの情報提示によるドライバ行動を計測した。1つ目は、情報提示がまったくない場合、2つ目は、自車には情報提示がないが他車には情報提示があり、目の前で避難行動をしている車を目視し、間接的に情報提供を受ける場合、3つ目は、自車に情報提示がある場合である。

情報提示が自車にある場合は、図4に示す対向車線を走行可能とする情報を提示する。これは実際、東日本大震災で津波から逃げることができた車避難の方法の1例であり、今回は、走行道路は災害時一方通行道路で車内信号によって対向車線を走行しても可とするもので、これは実験前には詳しく説明はせず、提示された情報から各ドライバの判断で行動して下さい」とした。情報は、渋滞による運転停止から5秒後に表示した。

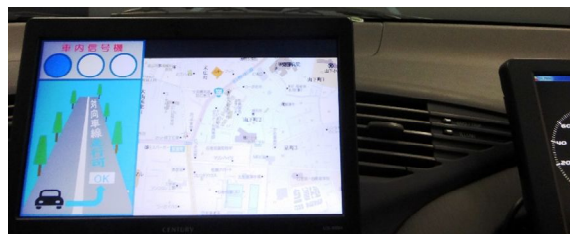


図4 東日本大震災時の避難を再現した情報提示

結果として、情報提示がない場合、20人中20人は、反対側の車線が空いていても渋滞の一部となることを選んだ。(5)の音声ガイダンスに従わなかった4人のドライバも渋滞に留まった。この結果は、ドライバが補足情報やガイダンスなしには混雑を避けるための代替避難行動を実行することが難しいことを示唆した。

情報提示を間接的に提供する方法としては、図5の様に他車両が対向車線走行による避難を行い、それをドライバが目視により避難方法の情報を得て、それを真似るか渋滞に留まるかを選択する。この間接的な情報提示の場合、20人中5人が他車を真似た避難行動を行った。5人全員が東日本大震災時に車で避難したドライバであった。残りの15人は、交通渋滞で動かないことに不安を感じるとアンケートでは報告しているにも関わらず、空いている対向車線を走行する他車両がいても、多数を占める渋滞に留まる選択をしたのは「多数派同調整バイアス」による安心感を得た多数の他の行動に同調した結果と考察される。



図5 間接的な避難方法の情報提示

アンケートの結果では、東日本大震災で車で避難した11人中6人がなぜ交通渋滞に留まったのか回答があり6人のドライバは、他車の対向車線への避難走行によって交通渋滞の車両数が減り、交通渋滞がわずかに緩和されたため、完全に停止状態ではなく進んだことが交通渋滞の解消への期待と交通ルールに違反したくなかったのが主な理由であった。実験の順序効果の懸念から、ダミーシナリオを混合しながら同じ条件下で実験を行ったが、同じく15人が渋滞に残る結果となった。

最後に、自車に情報提示(図4)があった場合をまとめる。ドライバに対向車線走行を促す情報提示を車内で受け取ったとき、20人中17人のドライバが対向車線走行を実施した。この結果は、ドライバの意識を多数派同調整バイアスから脱却、避難行動を促進する可能性が実証されたと言える。一方、直接情報提示を受けたにも関わらず20人中3人のドライバが対向車線に移行しなかったのは、交通ルールに違反することに対する強い嫌悪感をアンケート調査から報告している。この対向車線走行の避難方法は、東日本大震災の事例に基づいているが、交通ルールを破るという嫌悪感があることが確認でき、東日本大震災の際に大規模な交通渋滞を引き起こした一端を確認することができた。

東日本大震災時の実際は、災害時に交通ルールを破ったドライバが津波から逃げることができ、ルールを厳守したドライバが被害にあったケースも多い。単に情報を提供するのではなく、ドライバの心理を理解する必要がある。3つの情報提示方法による避難と非避難の割合を図6にまとめると、提供された情報に基づいて避難行動を実施した被験者数が多かった理由は、自らの判断ではなく情報提供によるもので、情報提供の信頼度は無視され、そのまま鵜呑みにしてしまう恐ろしさも本実験から確認できた。システムが災害時にドライバを誘導し、その先で2次災害に遭遇する可能性がある場合があり、その場合、システムに責任

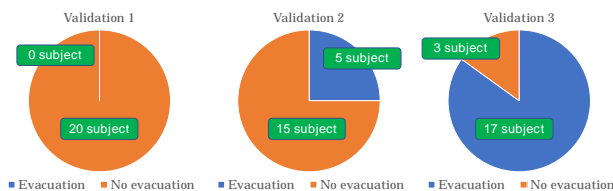


図6 情報提示方法ごとの避難・非避難の割合

が出る可能性があるため、多くの人々は情報提供の難しさを知らない。与えられた情報に頼るだけでなく、その情報を効果的に利用するためには、ドライバの事前の防災教育と日頃の避難訓練を通じてより多くの判断を下すことができる知識を持つことが必要である。つまり、情報により誘導されやすい災害時でも誘導されないためには、個人の知識に基づき得られた情報を判断して、最終的には避難方法を自身で決定することが重要である。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

Shigeyuki YAMABE, Fumihiko HASEGAWA, Takahiro SUZUKI, Koichiro KAMATA, Kensuke HATAKEYAMA, Osamu ITO, Driver behavior response to information presentation based on the emergency evacuation procedure of the Great East Japan Earthquake, International Journal of Intelligent Transportation Systems Research, 2019, 1-9  
DOI: 10.1007/s13177-019-00179-0

〔学会発表〕(計0件)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

<http://mobility.niche.tohoku.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号(8桁)：

### (2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。