

大型ドライビングシミュレータにおける津波・道路冠水状況の再現と運転行動分析

板宮 朋基[†] 尾林 史章[‡] 荒川 俊也[†] 小塚 一宏[†]
愛知工科大学工学部[†] 愛知工科大学高度交通システム研究所[‡]

1 はじめに

2011年の東日本大震災では、自動車避難を行った人は全体の約6割近くであった[1]。自動車を使用した理由は「車で避難しないと間に合わないと思ったから」「家族で避難しようと思ったから」が多い。現在位置から適切な避難先まで徒歩では遠い場合や、家族に高齢者や小さい子供がいる場合など、車を利用せざるを得ない状況もあるのが現実であるが、車での避難はリスクも伴う。東日本大震災の際、自動車避難時に渋滞に遭った割合は31%であり、自動車避難にあたっては、渋滞や道路損傷など多くの課題があるとされている[1]。東日本大震災当時の報道映像では、津波が来ていることに直前まで気が付かず、回避が間に合わなかった車も見受けられた。マイクロバスなどで避難中に津波に巻き込まれ、多くの犠牲者が出た例もある[2]。今後発生が想定されている南海トラフ巨大地震においても津波被害は甚大とされているため、これらの課題への対策は急務である。東南海・南海地震に伴う津波では5分程度で津波の第一波が到達することが想定されている地域もあるため、早期避難が重要視されている。津波の危険性が高いとされる沿岸部では自動車の利用率が日常的に高い地域が多く、住民以外にも、たまたまその場を自動車を訪れていた観光客やビジネス客などへの避難行動支援も必要である。政府の中央防災会議において、自動車安全かつ確実に避難できる方策が検討されている[3]。津波避難時の自動車利用に関して、ドライバーを中心に普及啓発や教育を充実することも検討のポイントに挙げられている。そこで筆者らは、津波発生時の車避難の危険性を検証し新たな対策の必要性を啓発することを目的として、リアルな運転体験が可能な大型ドライビングシミュレータにおいて自動車の運転時に津波や道路冠水に遭遇した際の状況を再現し、体験者の視線遷移等の運転行動を分析した。

2 システムの概要

本研究では、大型のドライビングシミュレータ（三菱プレジジョン製 D3sim）に、大地震による津波やゲリラ豪雨による道路冠水を再現するシステムを開発した。榊ら[4]は、簡易型のドライビングシミュレータ（フォーラムエイト製 UC-win/Road）等を用いた津波体験ドライビングシミュレータを開発したが、冠水後の車の挙動については再現されていない。本研究において開発したシステムでは、走行中の車が津波に巻き込まれた場合は、一定水位以上に達するとエンジンが停止し、車体が浮き上がり津波に流される様子も再現した。また、視線計測装置やモーションキャプチャ装置も併用し、ドライバーの運転行動を定量的に分析することも可能である。

本システムは、実車と同様の運転台（AT仕様）と、5台のプロジェクタおよび70インチスクリーン4面、5台の制御用ワークステーションから成る。運転台に座ると、周囲180度の視野が得られ、リアルな運転体験が可能になる。

本システムでは、任意の高さの津波を任意の移動方向・速度で表現することが可能である。道路上の任意の箇所に、静止した冠水域も表現できる。運転する場所は、市街地、郊外、高速道路上などが設定可能である。時間帯や気象条件（天候・視程等）も細かく設定可能である。気象条件に応じて、ブレーキの利き具合を変化することもできる。車種による視点の高さや走行性能の差も表現できる。



図1 大型ドライビングシミュレータで運転中に正面から津波が押し寄せた様子

Virtual tsunami and road flooding in the large driving simulator and the driver's action analysis

[†] Tomoki ITAMIYA (itamiya@g.aut.ac.jp)

[‡] Fumiaki OBAYASHI [†] Toshiya ARAKAWA, Kazuhiro KOZUKA
Department of Engineering, Aichi University of Technology ([†])

ITS Laboratory, Aichi University of Technology ([‡])

3 警察官・消防士・防災担当者による体験

本学が所在する愛知県蒲郡市・額田郡幸田町、近隣の豊橋市、田原市、西尾市の警察官・消防士・市役所および町役場の防災担当者が、本システムを体験した。津波の高さは最大 1m、速度は最大 60km/h に設定した。体験シナリオは以下の通りである。

1. 市街地で正面から津波が押し寄せる(昼・夜)
2. 市街地で津波が河川を遡上して来る(昼・夜)
3. 市街地で道路が冠水している(昼・夜)

体験終了後に、アンケート調査を行った。



図2 大型ドライビングシミュレータで夜間に運転中に津波に巻き込まれて流されている様子

4 体験のアンケート調査

本システムを体験した警察官・消防士・防災担当者 23 名にアンケート調査を行った。アンケート調査は質問用紙に自己記入する形式で行われた。結果の一部を以下に示す。

1. 市街地で正面から津波が押し寄せる(昼)
かなり前から気が付いた：4%、直前で気が付いた：65%、気が付かなかった：31%
2. 市街地で正面から津波が押し寄せる(夜)
かなり前から気が付いた：0%、直前で気が付いた：27%、気が付かなかった 73%
3. 市街地で道路が冠水している(昼)
かなり前から気が付いた：23%、直前で気が付いた：73%、気が付かなかった：4%
4. 市街地で道路が冠水している(夜)
かなり前から気が付いた：4%、直前で気が付いた：35%、気が付かなかった 61%

上記の結果より、運転中は津波や道路冠水の存在に気が付きにくく、特に夜間はその傾向が増すことが示唆された。また、津波や道路冠水の存在に気が付いてから回避行動を開始しても間に合わずに津波に巻き込まれてしまった例や冠水域に突入してしまった例が数多く見受けられた。

5 視線計測

アンケート調査から示唆された傾向を定量的に示すために、運転中に正面および側面から津波が押し寄せた場合の視線計測を、昼と夜の場合の双方で行った。視線計測装置として、アイマークレコーダ（ナックイメージテクノロジー製 EMR-8B）を用いた。視線計測は 3 名の体験者を対象に行った。

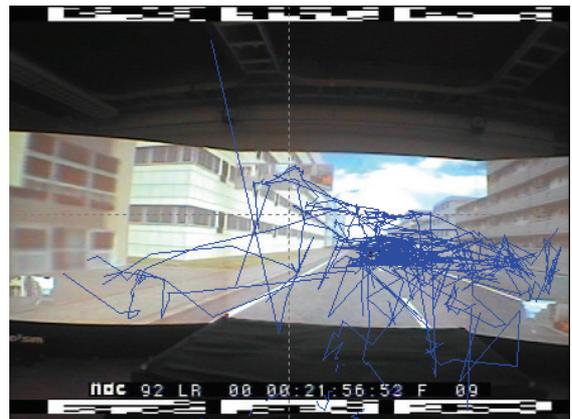


図3 大型ドライビングシミュレータで昼間に津波に巻き込まれる直前の視線の動きの例

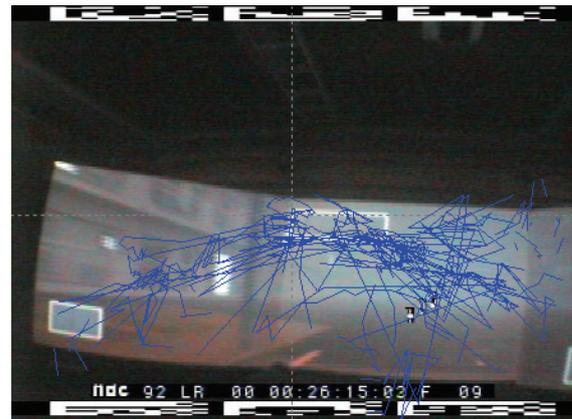


図4 大型ドライビングシミュレータで夜間に津波に巻き込まれる直前の視線の動きの例

視線計測の結果より、運転中は津波の存在に直前まで気が付きにくく、特に正面からの津波や夜間の場合にはより気が付きにくく回避が間に合わなくなる可能性が高いことが示された。

参考文献

- [1] 中央防災会議「災害時の避難に関する専門調査会 津波防災に関するワーキンググループ 第2回会合」(2012年1月)
- [2] 河北新報「幼稚園バスに津波 地震後発車、のまれる」(2011年3月)「津波 自動車学校襲う 教習生ら 24人死亡」(2011年3月)「迫る津波「待機」なぜ」(2011年10月)
- [3] 中央防災会議「防災対策推進検討会議 津波避難対策検討ワーキンググループ第5回会合」(2012年4月)
- [4] 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 A 1, 70(4), I_384-I_392, 2014