

実大トンネル避難実験時の負の情動に関するアンケート調査

広島大学 正会員 ○清家 美帆

1. 目的

トンネル火災時、火災車両から発生した煙は天井照明を覆い、トンネル内が真っ暗な状態となる。トンネルは幅 5～10m、長さ 100m 以上を避難する必要があるため、少しでも避難開始が遅れたら、避難者は真っ暗な中かつ煙中を避難しなければならない。特に、日本含めアジアでは、トンネル内に避難誘導灯が設置されておらず、避難者は真っ暗な中を、誘導灯無しで避難する必要がある。一方で、避難時の感情について明らかになっていない。そこで本稿では、実大実験後にアンケートを行い、実験時の感情について調べた結果を報告する。

2. 実験概要

実験は、NEXCO 西日本所有の将来トンネル女夫岩トンネル（長さ 138.5m（内 120m 使用）、幅 10m(内 5 m 使用)、高さ 8m、縦断勾配 2.85%、被験区間は下り勾配）にて行った。また 5m 部分はフェンスで区切り、黒いビニールシートで覆うことで、空間の距離感をなくすようにした。なお、本研究では、煙が天井照明を覆って真っ暗な状況となった後、避難開始すると想定し、トンネル内の照明を消して実施した。なお、足元誘導灯設置はしていない。

3. 避難シナリオ

被験者には、シナリオとして、自分の身に危険が差し迫っている状況で、その危険から逃げようとする速度を計測すると伝え、実験に参加していただいた。スタート時周りには誰もいない状態とし、被験者は実験トンネル空間に障害物があることは知らされているものの、どこにどういった形で設置されているのか全く知らない状態でかつ煙が充満した状態でスタートした。アンケートは、実験後に Windows Foams にて実施した。アンケート回答は 100 名で、内 7 名女性であった。

4. 結果

被験者の回答を図 1 に示す。はい、どちらかといえばはいの回答から、80%以上の人が緊張したと回答し、70%以上の人が心配した、60%以上の人が混乱したと回答した。「緊張した」のは、正しく避難できるかを緊張原因に挙げた人が多数見られた。

また、実験後のヒアリングからの回答で、障害物があることはわかっていても、いつどこでぶつかるか心配だったとの回答を多数得たことから、「心配した」回答が増加したと考えられる。一番怖かった・困惑した・心配した場所をアンケートで聞いた。結果、60%以上の被験者が全ての結果で障害物がない区間で、一番負の感情であったことがわかった。

5. 考察

Proulx(1993)は危機事態意思決定モデル（ストレスとの関係）を示し

キーワード トンネル、火災、避難、実験、アンケート

連絡先 〒739-8529 広島県東広島市鏡山 1-5-1 広島大学 E-mail: mihoseike@hiroshima-u.ac.jp

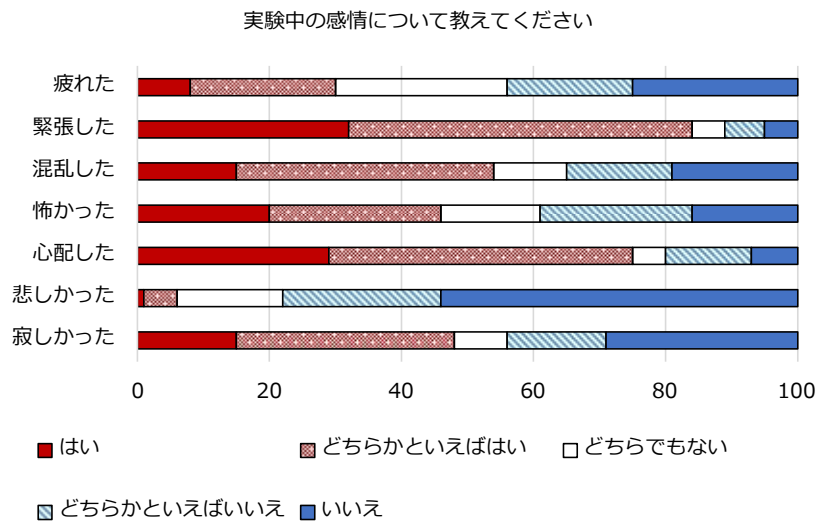


図 1 実験中の感情に関するアンケート結果

ており、避難決定時、与えられるストレス量によって負のスパイラルに陥り、冷静な意思決定ができなくなると報告している。これは、それぞれ①ストレス、②恐怖、③心配、④混乱から成る。一方で、感情と挙動に関して、ストレスが正常性バイアス(Janis and Mann, 1977)を、恐怖がフリーズ(James, 1884, Quarantelli, 1954, 1979)を誘発すると報告されている。したがって、特に Negative な挙動に関しては感情との関係が深いと考えられる。また、脳内情報処理統一理論から、脳内で運動は知覚内指令の一つで知覚と運動は区別できない(自由エネルギー原理に基づく)とされ(Friston, 2005, 2010), 予測不能なものに対して、予測誤差を最小にできないため、最適化が困難となる。したがって、感情によるエネルギーが大きくなると、運動エネルギーは小さくなり、負の感情から、歩行速度が低下することも考えられる。これは感情と自由エネルギーのダイナミクス(Joffily and Coricelli, 2013)から、例えば Fear は自由エネルギーのコスト関数(内部エネルギー+エントロピ)の時間微分、時間 2 回微分がともに正となることから、感情によるエネルギーが大きくなることから運動エネルギーが小さくなることを示唆している。Schönpflug (1983)は「非効率性はストレスを増大させ、ストレスは非効率性を増大させる」と提言しており、冷静かつ迅速な避難は感情によってより困難になると考えられる。今回、個別での避難時を対象にアンケートを実施したが、共感現象の出現(Shamay-Tsoory, 2011)することが考えられ、負の感情が広がり続ける可能性(負のスパイラル)もある。

避難時、情報を与えるのは、①遠隔からの管理者側からの情報と②自動車側によるセンサーや IoT 技術を活かした情報交換による現場での情報の二つであると考えられる。現在、前者のみ(管理者側)で対応しているが、老朽化に伴うメンテナンス含め金銭面に限界がある。自動車が当たり前に安全に走行するためにも、自動車側からの誘導等対策が必要である。インフラをフル活用している自動車側からの避難誘導は、インフラの安全性を更に高め、自動車が人間生活に与える社会貢献に大きな可能性を有している。その場に見合った情報共有や、連携による自動車利用者の被害軽減という点も今後求められる。

謝辞

本研究は、JST 創発的研究支援事業 JPMJFR215L の支援を受けたものです。女夫岩トンネルを所有する西日本高速道路株式会社松江高速道路事務所、実験実施に際しご協力いただいた西日本高速道路エンジニアリング中国に深く感謝いたします。信州大学二上教授、広島大学広島大学・脳・こころ・感性科学研究センター笹岡准教授より貴重なアドバイスをいただきました。最後に、実験参加者の皆様に厚く御礼申し上げます。

研究倫理

広島大学大学院先端理工学研究科研究倫理審査委員会(審査番号: ASE-2022-9)より承認を得た。

参考文献

1. Proulx, G. (1993), A stress model for people facing a fire, *Journal of Environmental Psychology*, Vol. 13(2), pp. 137-147, [https://doi.org/10.1016/S0272-4944\(05\)80146-X](https://doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80146-X).
2. Janis, IL and Mann, L. (1977), *Decision-making*, The Free Press, New York.
3. James, W. (1884), What is an emotion? *Mind*, 9, pp. 188-205.
4. Quarantelli, E. L. (1954). The nature and conditions of panic. *American Journal of Sociology*, Vol. 60, pp. 267-275. <https://doi.org/10.1086/221536>
5. Quarantelli, E. L. (1979). Panic behavior in fire situations: Findings and a model from the English language research literature, Disaster Research Center, <http://udspace.udel.edu/handle/19716/429>
6. Friston, K. (2005), A theory of cortical responses, *Philosophical Transaction B., Biological Sciences*, 360, pp. 815-836. <https://doi.org/10.1098/rstb.2005.1622>.
7. Friston, K. (2010), The free-energy principle: a unified brain theory?, *Nature Review Neuroscience*, 11, pp. 127-138. <https://doi.org/10.1038/nrn2787>
8. Joffily, M. and Coricelli, G., (2013), Emotional valence and the free-energy principle, *PLOS Computational Biology*, 9, e1003094. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003094>
9. Shamay-Tsoory, SG. (2011). The Neural Bases for Empathy. *The Neuroscientist*, 17(1), pp. 18-24. <https://doi.org/10.1177/1073858410379268>
10. Schönpflug W. (1983). Coping efficiency and situational demands, G.R.J. Hockey (Ed.), *Stress and Fatigue in Human Performance*, John Wiley & Sons, North-Holland, pp. 230-299