

合流のための行動調整に他車の印象が与える影響の検討

Empirical discussion on effect of impressions of other vehicles on behavioral adjustments for merging

下條 朝也[†], 三輪 和久[†], 二宮 由樹[‡], 寺井 仁[‡]
Asaya Shimojo, Kazuhisa Miwa, Yuki Ninomiya, Hitoshi Terai

[†]名古屋大学, [‡]近畿大学
Nagoya University, Kindai University
shimojo@cog.human.nagoya-u.ac.jp

Abstract

In this study, we examined how impressions of another vehicle affect decision makings in merging scene. Participants drove in the merging lane and the main lane respectively, and merged while taking into account the other vehicle driving in the adjacent lane. In doing so, we manipulated impressions of the other vehicle to make them seem Aggressive or Cautious. As the result, only when participants drove in the merging lane and had the impression that the other vehicle was aggressive, the impression influenced to decide whether to merge in front of or behind the other vehicle.

Keywords — driving behavior, lane changing, impression

1. Introduction

合流は、合流車線から本車線への合流を試みる車と、本車線を走行する車、それぞれに対して協調的な運転が求められる。また、合流場面では、一定距離内での車線変更が強制するため、2車は「スムーズかつ安全に合流を遂行する」という意図を持つことが考えられる [1]。もし合流場面で非協調的な運転を行った場合、交通状況を悪化させたり、事故による怪我の重症化させたりする [2]。特定の運転場面において、安全な協調を実現するためには、その運転場面における人間の意思決定を理解すること必要であると考えられている [3]。したがって、ドライバーがどのような情報に基づいて合流の意思決定を行っているのかを明らかにすることは重要だと言える。

合流に関する先行研究では、ドライバーは、車間距離などの客観情報に基づいて合流の意思決定を実現していると主張されており [4]、主観的な情報については検討されてこなかった。しかし、インタラクションを伴う運転場面において、客観情報以外にも、協調相手の印象に基づいて、相手がどのように行動するかを予測し、自身の運転行動を変容する可能性が示唆されている [5]。そのため、本研究では、他車に対する印象が、合流場面における意思決定にどのように影響するのかを検討する。

2. Method

Participants 自動車運転免許を持つ24名 ($M_{age} \approx 44$)。

Task 本実験は、ドライビングシミュレータを用いて実施した。本実験では、本車線と合流車線の2車線から成る道路を、参加者が運転する車 (以降「Self vehicle」と、自車の隣車線を自動走行する車 (以降「Other vehicle」) の2台が走行する状況下で、参加者は次の2つの合流場面に取り組んだ。ひとつは、合流車線で自車を運転し、本車線を走行する他車を考慮しつつ、本車線に合流させるという場面だった。もうひとつは、本車線で自車を運転し、合流車線から合流してくる他車を合流させるという場面だった。ただし、0mから360m地点までは、壁が2車線を隔てており、参加者は他車を見たり、合流を開始したりすることができなかった。その間、参加者は自車を80km/hで走行するよう求められた。また、いずれの場面においても、他車の走行速度は一定して80km/hに設定された。

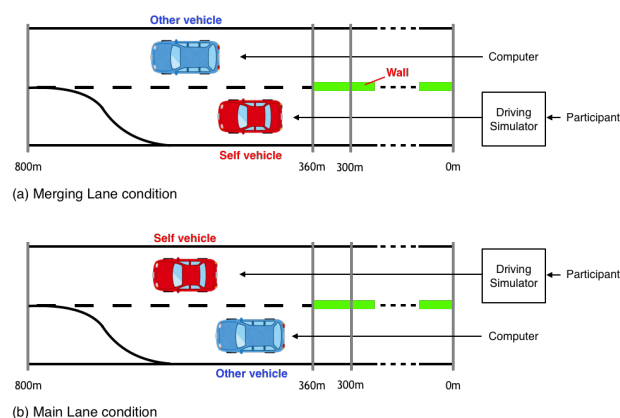


Fig. 1 The task situation

Procedure 参加者は、2回の実験に参加した (1回目の実験を「Day 1 実験」、2回目の実験を「Day 2 実験」と呼ぶ)。Day 1 実験では、参加者は、他車に対して印象を操作されない状態で課題に取り組んだ。そして、参加者は Day 1 実験に参加した2ヶ月後に、Day 2 実験に参加

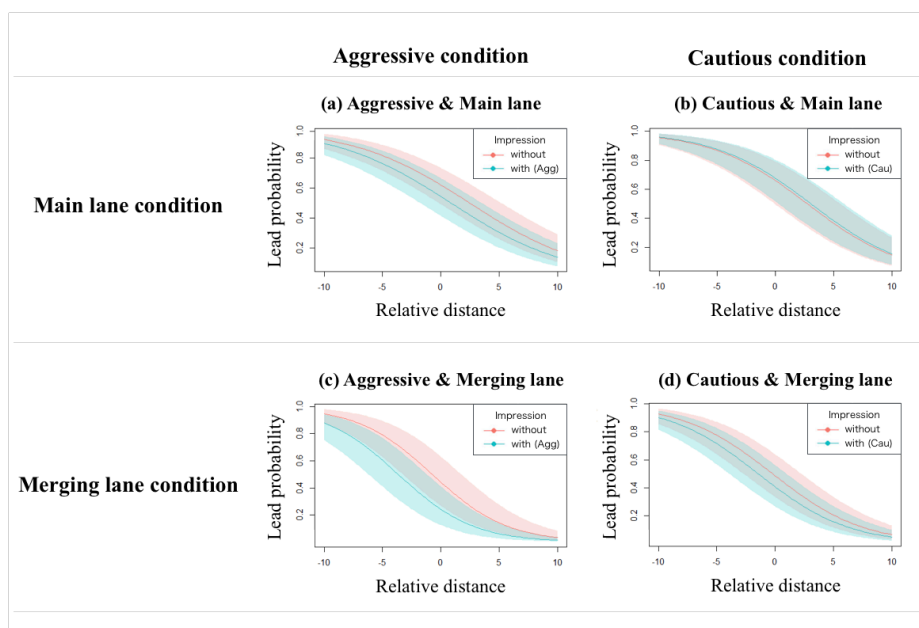


Fig. 2 Logistic regression models to predict Lead Probability with relative distance in each impression and each lane

した。Day 2 実験では、参加者の他車に対する印象が操作され、Day 1 実験と同様の課題に取り組んだ。

Day 1 実験では、参加者は、合流車線を走行し、最終的に本車線に自車を合流させる試行と、本車線を走行し、合流車線から合流してくる他車を合流させる試行の両方に取り組んだ。参加者は、上述の 2 条件で、それぞれ練習試行で 5 回、本番試行で 25 回走行した。自車が 300m 地点に到達したとき、他車の位置が 5 水準で操作された (自車から見て、他車が 10m 後ろ、5m 後ろ、0m 前、5m 前、10m 前)。本番試行において、合流完了時に、自車が他車の前で合流したか、後ろで合流したかをデータとして取得し、各車線で他車の前で合流した割合 (以降「Lead 確率」) を導出した。

Day 2 実験では、他車の印象を操作するため、参加者を無作為に Aggressive 条件か Cautious 条件に振り分け、以下のように教示と試行を追加した。Aggressive (Cautious) 条件では、実験実施前に、「これからあなたが運転するのは、飛ばし屋 (のんびり屋) が多く利用する道路です」など、道路利用者に関する情報を教示した。さらに、他車が 360 m 地点から 500 m 地点を走行している間、他車は 80km/h からおよそ 20 km/h 加速 (減速) する試行を追加した。速度に関する操作は、練習走行 5 試行のうち 3 試行で、本番走行 30 試行のうち 5 試行で行われた。

3. Result

他車に対する印象が、Lead 確率に影響するかどうか

を検討するために、2 (印象: Aggressive 条件, Cautious 条件) × 2 (走行車線: 本車線, 合流車線) の 4 条件に分けて、それぞれ分析を行った。具体的には、印象を操作されていない Day 1 実験の Lead 確率をベースラインとして、そのデータと比べて、印象を操作された Day 2 実験の Lead 確率が有意に変化するかどうかを検討した。なお、他車の印象を操作するために他車の速度を変更した 5 試行は分析から除いた。

上記の検討を行うために、印象操作の有無 (Day 1 実験, Day 2 実験) と相対距離 (-10m, -5m, +0m, +5m, +10m) を固定変数とし、個人差を変量変数、Lead 確率を従属変数とし、Binomial GLMM を適合させた。ただし、2 要因の主効果を検討することが主な目的であるため、相対距離と印象の固定効果を含むモデルを設けた。

その結果、他車の印象が Lead 確率に与える影響は、ほとんどの条件下で見られなかった ($p_{all} > .050$)。ただし、Aggressive 条件下で、かつ合流車線を走行する時のみ、印象の影響が見られた ($\chi^2 = 5.165, z \text{ value} = 2.273, p = .023$; Fig. 2-(c))。具体的には、印象項の係数の推定値が正の値 ($Estimate = 0.736$) だった。したがって、参加者は、印象を操作しなかった実験 1 と同環境下で運転したにも関わらず、合流車線走行時、他車に対して Aggressive な印象を抱いた場合のみ、他車の後ろで合流する傾向があった。

4. Discussion

本研究では、高速道路における合流場面で、他車

に対する印象が、他車の前に合流するか、後ろに合流するか意思決定に対して、どのように影響するかを検討した。

その結果、参加者が本車線で運転する場合、他車に対して抱いた印象が **Aggressive** であるか、**Cautious** であるかに関わらず、他車に対する印象は、自車の **Lead** 確率に影響しなかった。これは、合流車線から本車線への合流を試みるドライバーは、本車線を走行する車の進行を妨害してはいけないという日本の交通ルール（道路交通法第七五条の六）を遵守して運転したために見られた結果だと考えられる。

一方、参加者が合流車線で運転する場合、特定の状況に限り、他車に対する印象が自車の **Lead** 確率に影響した。具体的には、他車に対して **Cautious** な印象を抱いた場合、その印象は、自車の **Lead** 確率に影響しなかった。しかし、他車に対して **Aggressive** な印象を抱いた場合、その印象を考慮して合流の意思決定を行うことが明らかとなった。具体的には、他車に対して **Aggressive** な印象を抱いたとき、他車の印象を操作されなかったときと比べて、自車の **Lead** 確率が有意に低かった。

この結果は、参加者が、自身が走行している合流車線は規範的に非優先であるため、他車の挙動に従属的に運転する必要があると判断したことを示唆している。その際、合流を行うにあたって、参加者は、以下の2点をもとに、他車を **Lead** するか **Follow** するか判断した可能性がある。1点目は、他車の印象が **Aggressive** である場合、一般的に、その車は、加速して、自身の前で合流する傾向にあるという点である [6]。2点目は、自身の行動によって、他車の意図した行動が妨害された場合、他車のドライバーに怒り感情が生じ [7]、報復行為を行うなど、ドライバー間のコミュニケーションに負の影響を与えるという点である [8]。これらを踏まえて考えると、**Aggressive** なドライバーを **Lead** して合流を試みた場合、そのドライバーの行動を阻害してしまうため、怒り感情を誘発させる可能性が高くなると推測される。特に、本車線を走行している、つまり「自身には、走行の優先権がある」と考えているドライバーに対しては、より大きな怒り感情を誘発させるだろう。したがって、参加者は、合流後も含めて、全体を通してスムーズな運転を実現するために、他車を **Follow** して合流したのだと考えられる。

References

- [1] Li, G. (2018). Application of finite mixture of logistic regression for heterogeneous merging behavior analysis. *Journal of Advanced Transportation*, 1–9.
- [2] Tang, J., Liu, F., Zhang, W., Ke, R., & Zou, Y. (2018). Lane-changes prediction based on adaptive fuzzy neural network. *Expert Systems with Applications*, 91, 452–463.
- [3] Eboli, L., Mazzulla, G., & Pungillo, G. (2017). How drivers' characteristics can affect driving style. *Transportation Research Procedia*, 27, 945–952.
- [4] Yan, F., Weber, L., & Luedtke, A. (2015). Classifying Driver's Uncertainty about the Distance Gap at Lane Changing for Developing Trustworthy Assistance Systems. In *Proceedings of the 2015 IEEE Intelligent Vehicles Symposium*. 1276–1281.
- [5] Levin, I. P., Mosell, M. K., Lamka, C. M., Savage, B. E., & Gray, M. J. (1977). Measurement of psychological factors and their role in travel behavior. *Transportation Research Record*, 649, 1–7.
- [6] Eboli, L., Mazzulla, G., & Pungillo, G. (2016). Combining speed and acceleration to define car users' safe or unsafe driving behaviour. *Transportation research part C: emerging technologies*, 68, 113–125.
- [7] Miall, H., Ramsbotham, O., & Woodhouse, T. (2011). *Contemporary conflict resolution: The prevention, management and transformation of deadly conflicts*. Cambridge, UK: Polity.
- [8] Baron, R. A. & Richardson, D. R. (1994). Aggression and Intention. *Human Aggression*, Plenum Press, pp. 8–9.