

⑫高速道路上で車線変更中に衝突の危険性が高い状態に遭遇した場合のドライバーのリスク回避行動に関する研究

自動車安全研究部 ※真鍋 裕輝 児島 亨
元自動車安全研究部 岩瀬 常利

1. はじめに

高速道路等自動車専用道で使用する自動運行装置に関する国連協定規則(UN-R157)において、自動運転車(乗用車)が追い越しのための車線変更(Lane Change、以下 LC)を行うことを可能とする改正案(UN-R157/01 series)が2022年6月のWP29において採択された¹⁾。本研究では、将来、自動運転車がLCの実行中に危険事象に遭遇した場合に求められる回避能力をより具体化する場合に備え、LC時に遭遇すると考えられる危険事象について一般ドライバーの運転行動を調査した。

2. 調査の概要

本実験ではドライビングシミュレータを用い、片側3車線の道路において、第1車線を走行する実験参加者がLCを行う際に危険事象に遭遇する以下の4場面を再現した。実験参加者が運転する車両をEgo Vehicle(以下、Ego)とし、Egoに接近する行動を起こす車両をSubject Vehicle(以下、Sub)とする。

- LC1: Egoの前方の第1車線のSubが、EgoのLC開始と同時に減速を開始し停止
- LC2: Egoの前方の第1車線のSubも、EgoのLC開始と同時に第2車線へのLCを開始
- LC3: Egoの後方の第1車線のSubが、EgoのLC開始と同時に加速しながらLCを開始
- LC4: Egoの2つ隣の車線を走行するSubが、EgoのLC開始と同時に中央の車線へのLCを開始

3. 実験結果

3. 1. LC1(先行車急減速)

LC1について、EgoとSubの速度差20km/hの条件におけるEgoが方向指示の操作を開始した時点のSubとの衝突予測時間(Time to Collision、以下、TTC)を求めた。これを最小TTCが0.9秒未満だった場合と0.9秒以上だった場合に分けて示す(図1)。TTC<0.9

秒は、乗用車の衝突被害軽減ブレーキ(以下、AEBS)に関する国連協定規則(UN-R152)を策定段階において、AEBSの緊急制動が作動を開始する目安として提案された値である²⁾。図1より、最小TTCが0.9秒未満だった場合は、Egoが方向指示器の操作開始時点におけるTTCが約8秒を下回っていた。一方、最小TTCが0.9秒以上だったほとんどの場合、方向指示器の操作開始時点で約8秒以上のTTCが確保されていた。以上より、速度差20km/hのSubを追い越す場合には、TTCを8秒以上確保するとSubが急減速した場合でも衝突を回避できる可能性が高まることが示唆された。

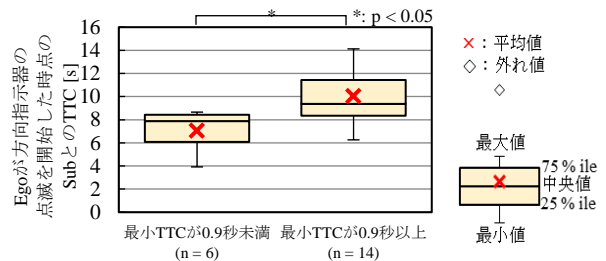


図1 Egoが方向指示器の点滅を開始した時点のEgoとSubのTTC(LC1)

3. 2. LC2(先行車も同時にLC)

LC2における、Subの横移動の開始からEgoが衝突回避行動を起こすまでの反応時間を図2に示す。

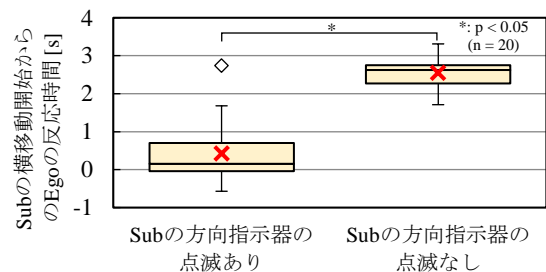


図2 Subの横移動開始からの反応時間(LC2)

Subが方向指示器を点滅させる場合と、点滅させない場合に分けて示した。Subが方向指示器を点滅させ

る条件は、点滅させない条件よりも、反応時間が有意に短かった。また、Sub が方向指示器を点滅させる条件では 0 秒を下回る結果も見られることから、Sub が横移動を開始する前に Sub の方向指示器に反応した実験参加者がいることを示している。

3. 3. LC3 (追従車が加速しながら LC)

LC3 において、実験参加者が LC を中止し、元の車線にとどまった場合に関して調べた。図 3 に LC を中止した時点の Sub の横移動量を示す。Ego と Sub の最小 TTC が 0.9 秒未満だった場合と、0.9 秒以上だった場合を比較した。図 3 より、最小 TTC が 0.9 秒以上だった場合は、横移動量が小さいため、速やかに追従車の接近に気づいたものと考えられる。

また、LC を完了 (車線変更後、方向指示器の点滅終了を LC 完了と定義) した実験参加者の行動を調べた。図 4 は LC を完了した実験参加者が方向指示器の操作を開始してからすべての車輪が車線境界線を通るまでの時間を比較したものである。図 4 では、LC3 において Ego と Sub の初期相対距離が 56 m の場合と 28 m の場合と Sub が存在しない自発的な LC (ダミー) と比較した。図 4 より、追従車が Ego と近い位置 (28 m) にいる場合には、Ego と遠い位置 (56 m) にいる場合や Ego の近くに追従車がないダミーの LC と比較すると、LC の開始から完了までの時間が有意に短くなることがわかった。

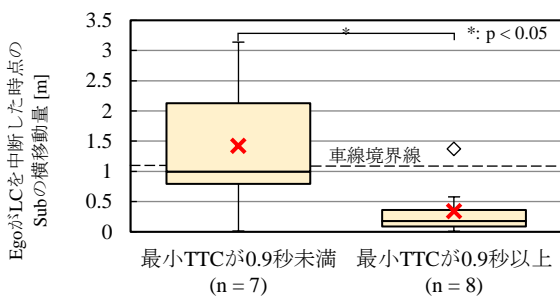


図 3 LC 中止時の Sub の横移動量 (LC3)

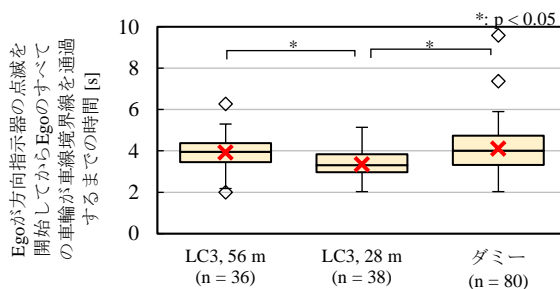


図 4 LC を完了した実験参加者の LC に要した時間 (LC3)

3. 4. LC4 (2 つ隣の車線の車両も LC)

LC4 において Ego が回避行動をおこなった時点の Sub の横移動量を調べた。Sub との衝突を回避した場合と Sub と衝突した場合の結果を図 5 に示す。図より、Sub との衝突を回避できた場合には、Sub が車線境界線に到達するまでに回避行動を開始したことがわかる。一方で、衝突した場合は Sub が車線境界線に到達した以降に回避行動を開始していることから、2 つ隣の車線の車両が LC の実行意思を確認した場合には、その車両が車線境界線に到達するまでに回避行動をとらないと衝突の危険が高くなることがわかった。

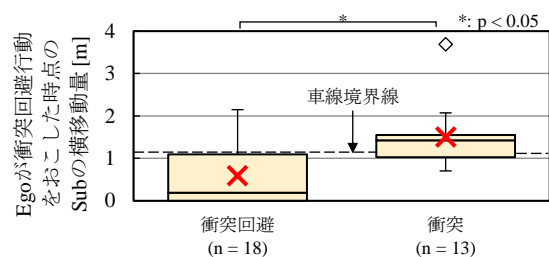


図 5 Ego が回避行動をおこなった時点の Sub の横移動量 (LC4)

4. おわりに

本研究では、LC を実行する際に発生しうる危険事象をドライビングシミュレータで再現し、実験参加者の運転行動を調査した。比較的 안전한結果となった実験参加者の運転行動には以下の特徴がみられた。

- ・ 追い越しのための LC 時に先行車との車間を大きめに取る (LC1)
- ・ 先行車の方向指示器を認識し、自車の行動に反映する (LC2)
- ・ 追従車が自車の近くで加速しながら LC 時、自車は通常の LC よりも素早く LC を実行する (LC3)
- ・ 後方の車両、もしくは 2 つ隣の車線の車両と LC のタイミングが重なった場合にはすばやく LC を中断する (LC3, LC4)

参考文献

- 1) UN ECE: ECE/TRANS/WP.29/2022/59/Rev.1 (2022)
- 2) Patrick Seiniger: AEB Car-Car and Pedestrian: Last Point To Steer For Various Cars and Speeds, AEBS 04-05 (2018)