

早稲田大学審査学位論文
博士（人間科学）
概要書

ドライバ特性に基づく運転支援システムの評価
と支援方策

Evaluation of Systems and Strategies for Driver
Assistance Based on Human Characteristics

2016年1月

早稲田大学大学院 人間科学研究科
本間 亮平
HOMMA, Ryohei

研究指導教員： 石田 敏郎 教授

第1章 研究の背景

追突事故および出会い頭事故は、日本国内の交通事故件数の多くを占める代表的な車両相互事故であり、対策が求められている。本章では、まず事故形態ごとに事故統計データの分析的研究例や観察研究例の調査を行い、事故実態やドライバ要因についての知見を整理した。また、交通事故対策として、1990年代から開発がはじまった運転支援システムの位置づけを明確化した上で、上記の事故形態に対応する運転支援システムの現在の技術レベルや、その支援効果に関する先行研究例をまとめた。従来の運転支援システムに関する研究では、工学的観点からのシステム評価などが中心に行われてきた。一方、事故の発生にはドライバの心理的要因の影響が大きいと言われている。例えば顕在（ドライバが視認可能な）ハザードとの衝突において、ドライバは交通状況などからハザードとの衝突リスクを低く予測（注意水準が低下など）していることが多い。また、潜在（ドライバが視認不可能な）ハザードとの衝突においては、ドライバは当該ハザードの出現可能性を低く予測している。しかしながら、運転支援システムの支援効果を検討する上で、ドライバのハザードに対する予測までを考慮した研究例はあまりみられない。

第2章 目的

本論文は、従来の運転支援システムに関する研究で検討されてこなかった、ドライバのハザードに対する予測という心理的な視点から、運転支援システムより提示された警報や支援情報などが、ドライバの反応特性、運転行動の変化および支援効果に与える影響を明らかにすることを目的とした。さらに得られた知見から、今後の運転支援システムによる支援方策への提案を目指した。

第3章 追突防止支援システムによる事故低減効果の推定

追突事故防止支援システムは、前方車両との車間距離や相対速度などをセンサにより検知し、衝突可能性が高まったときにドライバへ警報を提示することで回避操作を促し、さらに衝突可能性が高まった場合には車両が自動的に減速制御を行う装置である。当該装置による事故低減効果を推定するために、ドライバが追突場面への遭遇（警報の提示）を予測しにくいような配慮を行って実験を行い、衝突警報に対するドライバ反応特性を調査した。実験の結果、警報に気づいたものの対応しないドライバや、警報に気づいてブレーキを踏んだものの対応が遅れたドライバが散見され、ハザードを予測していない影響と示唆された。実験データに基づいて、システムが導入された場合のドライバによるブレーキと車両による減速制御による衝突速度低減量を計算し、一般的な仕様のシステムが100%普及したと仮定した、追突事故件数と追突事故による死亡重傷事故件数を試算したところ、ともに半減が期待できると推定された。

第4章 追突防止支援システムの効果向上に関する検証

第3章において、ハザードを予測していないドライバは、一般的なシステム仕様である視聴覚表示の警報に対して適切に反応できない場合があることが明らかになった。そこで、システムによる効果をさらに高めるために、異なるモダリティの警報を付加することの効果を検証した。コスト面や容易性の点から、「緩制動」（減速感によってドライバへ警告）を付加した条件を設定し、ドライビングシミュレータによる実験を実施した。実験の結果、視聴覚表示のみの警報に比べ、緩制動を付加することで警報への反応が促進され、かつブレーキ反応時間の短縮が確認された。特に非高齢層に効果的で、緩制動の付加により事故低減効果が3割程度向上することが見込まれた。また高齢層でも、1割程度の効果向上が期待できると推定された。

第5章 ドライバ状態と交通環境がドライバの視覚的注意に与える影響

第4章までの衝突直前の支援に対して、衝突まで比較的余裕がある状況での支援は、ドライバが対応する時間的余裕が増える一方で、ドライバにとって不要な支援にならないよう配慮が必要となる。そこで本章では、余裕がある状況でも支援が必要になると考えられる、ドライバの注意水準が低下（ハザードの出現を低く予測）しやすいドライバの状態と交通状況の検討を行った。運転中のドライバに対し、光点に対するボタン押し反応タスクを課す実験を実施し、タスク成績から覚醒度と交通状況ごとのドライバの視覚的注意の範囲を評価した。実験の結果、覚醒度が低下した場合に

においても先行車がいる状況では注意が維持されやすく、単独走行時に注意が低下する傾向が明らかになり、ハザードの出現を低く予測しがちな当該交通状況下において、支援の必要性が高まることが示唆された。

第6章 交差点の視環境による運転行動への影響

無信号交差点における出会い頭事故は、減速せずに交差点に進入して衝突するケースが多いことがわかっている。その一因として、ドライバが潜在ハザードの出現可能性を低く予測していることが考えられる。本章では、ドライバのハザードへの予測が低くなる交通状況として、ハザードは直接見えないもののハザードの存在する交差道路の一部が見えるという視環境や、ドライバから見える衝突リスクの低い交差車両が交差点進入行動に与える影響を調べた。実験の結果、交差道路の一部が見えることで、見えないハザードに対するリスクの過小評価が生じ、交差点進入に向けた減速行動が抑制された。また、衝突リスクの低い見える車両が多い場合やその速度が高い場合には、減速が促進され、交差点進入速度が低下することが明らかになった。しかしながら、ドライバによる個人差が大きく、リスクの高いドライバと低いドライバで視線行動に異なる傾向が見出された。リスクの高いドライバは、正面方向への注視割合が高いのに対し、リスクの低いドライバは、遮蔽のある潜在ハザードが出現してくる方向への注視および遮蔽のない方向への注視割合がともに高かった。ドライバはそれまでの運転経験などに応じて、各個人ごとの方略で交通環境から情報を取得し、潜在ハザードの出現可能性を予測することで、交差点への進入に際しての減速行動や安全確認行動を決定していることが示唆された。

第7章 交差点の視環境と支援情報の相互作用

潜在ハザードに対する運転支援は、ハザードに対する予測が低いドライバに有用と考えられるが、当該ドライバに対する支援情報の提供効果について、十分な検討がなされていない。そこで、第6章で対象とした交差点の視環境において、ハザードの出現可能性を高く予測したドライバと低く予測したドライバに対して、ハザード情報を含む安全情報を提供し、ドライバの情報の受け止め方と運転行動を調べた。実験の結果、交通環境からハザードの出現を低く予測したドライバに対して抽象的な情報（事故多発交差点の情報）を提示しても速度が抑制されないことが確認された。一方、具体的な情報を提供すると、情報に対する信頼感は低いものの自己の運転に対する自信が低下するため、速度が抑制されることが明らかになった。さらに、衝突可能性の高い車両の他に衝突可能性の低い交差車両が見える場合に、具体性の低い情報（交差車両に注意）を提供すると、情報の示すハザードは見えているハザードのみであるとの誤解を招くことが明らかになった。交通視環境の違いなどから形成されるドライバの予測によって、提供される安全情報の受け止め方やそれに伴う運転行動が異なるものの、具体的な支援情報の提供によって適切な行動が促されることが示唆された。

第8章 総合討議

本研究では、ドライバのハザードに対する予測に着目し、効果的な運転支援システムの方策について検討した。顕在ハザードに対する衝突直前の支援である追突防止支援システムでは、ドライバがハザードへの出現を低く予測している状態（脇見や低覚醒など）から前方のリスクに対して確実にかつ迅速に前方へ注意を向かせることが最重要といえる。一般的な仕様である視聴覚表示に対し、異なるモダリティの警報を加えることで改善できることを提案した。一方、衝突までに余裕がある状況での支援では、不要な支援を抑制する必要がある。そこで、ドライバがハザードへの出現を低く予測する（注意が低下する）交通環境やドライバ状態において優先的に支援を行うことを提案した。また、無信号交差点通過時において、ドライバは交通環境から潜在ハザードの出現を予測して進入行動を決定しており、予測が低いドライバへの支援の必要性を示すとともに、ドライバに誤解を生じさせない具体的な支援情報が必要であること立証した。本論文は、従来あまり検討されてこなかったドライバのハザードに対する予測に着目して運転支援システムを評価検討しており、今後のシステム開発への活用により交通事故低減への寄与が期待できる。