



Title	道路と連携した自動走行の高度化に向けたドライバの認知行動特性に関する基礎的研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	和田, 脩平
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14881号
Issue Date	2022-03-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/85328
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Wada_Shuhei_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（工学） 氏名 和田 脩平

学位論文題名

道路と連携した自動走行の高度化に向けたドライバの認知行動特性に関する基礎的研究
(Fundamental Study on the Driver's Behavior Characteristics for the Advancement of Automated Driving Connected with Transport Systems)

自動運転車両が様々な場面で安全・快適に走行するには、車両では直接センシングできない先読み情報となる交通信号・交差車両・歩行者/自転車・緊急車両・気象・路面状況などを取得することが必要となる。先読み情報を活用した自動運転の走行が実現すれば、状況に合わせた車両制御が可能となり、ドライバが自動運転システムに割り込まなくなりかつ安全・安心な自動運転システムの利用範囲が広がる。しかし、このような道路に関係する先読み情報と自動運転車が協調する取り組みは始まったばかりであり、どのような取り組みが望ましいかなど具体的に明らかにされた事象は多くはない。本論文では、自動運転時のドライバの認知行動特性をベースに、道路と連携した自動走行の高度化に資する基礎的な検討を行っている。

本論文は6章から構成されており、各章の内容は以下のとおりである。

第1章では、本論文の背景に関する自動運転レベルの定義、自動運転の意義、実用化に向けた制度の整備など、自動運転の枠組みを述べている。また、協調ITS、自動走行のための空間的情報、デジタルツインや路車間通信の活用など、道路と連携した自動走行の高度化に必要な要素を述べている。これらの背景から道路と連携した自動走行の高度化に関する課題について取り上げ、研究目的を自動走行時のドライバの周辺認知状況と冬期をターゲットとした自動走行可能領域の拡大としたことについて詳細に述べている。

第2章では、道路と連携した自動走行の高度化に関する既存研究を整理している。最初に自動走行の定義・自動走行に関する法制度・自動走行の進化・自動走行のメリットなどに関する文献を整理している。次に、自動運転レベル1からレベル3における課題点として、ドライバの周辺認知行動とオーバーライド（ドライバが自動運転を停止し、ドライバによる運転を行うこと）の関係に関する文献をレビューしている。特に自動走行に使われるシステムとドライバの協調とその課題に関する文献をレビューしている。最後に、冬期における自動運転の課題となるドライバの危険感に関する心理的側面とリスクの顕在化を示す指標として衝突余裕時間 (Time-To-Collision, 以降 TTC) に関する文献をレビューしている。

第3章では、自動運転レベル2を利用した高速道路走行時の一般ドライバと高齢ドライバの周辺認知状況を分析している。一般ドライバ15名と高齢ドライバ15名が高速道路を自動運転レベル2で運転したときとドライバによる運転をしたときの周辺認知状況に関する評価を行った。周辺認知に対する主観評価、目線による周辺確認行動、合流部でのオーバーライドの特徴から、高齢ドライバは主観的な安全確認の意識が一般ドライバに比べ高いが、実際の周辺認知状況は低かった。一般ドライバは周辺認知状況が高齢ドライバに比べて高いが、周辺の交通状況への意識の維持が難しいという懸念を抱いていた。周辺認知状況の低下は走行中に発生するリスク事象への準備状態 (readiness level) の低下につながる。準備状態が低下した状態で走行を続ければ、高速道路の合流部・分流部・

事区間・本線料金所などで起きるリスク事象への対応が遅れ、対応の遅れから事故の発生が懸念される。道路側からの合流部などの情報提供を事前に行い、周辺認知状況の低下がリスクの顕在化に至らないような協調が必要なことを示している。

第4章では、乾燥路面における Adaptive Cruise Control System (以降,ACC) の設定条件 (速度と車間時間) がドライバーの危険感に与える影響を示し、それを再現するモデルを提案している。高速道路での走行実験と MATLAB Simulink を利用した ACC による追従走行時の走行シミュレーションを行っている。乾燥路面の高速道路において先行車減速時のドライバーの主観的危険感 (以降,RF (Risk Feeling)) と TTC の変化を走行実験から計測している。先行車減速時の TTC 最小値の逆数を説明変数として,RF を推定するモデルを定式化した。また、実車走行実験の先行車減速時の結果から,ACC に関するパラメータを推定した。これにより、実車走行を再現した ACC による走行がシミュレーションできるようになった。前述の RF を推定するモデルを適用し,RF が高まりやすいイレギュラーな追従状況において、ドライバーが ACC に介入しないために必要な ACC の設定条件 (車両側) を示している。一方、道路側からは、工事などによる車線規制区間の開始地点・高速道路上の事故地点・故障車の地点など、イレギュラーな車両の錯綜が起きることが想定される事象に関する情報提供が必要なことを示している。

第5章では、冬期路面における ACC の走行速度・車間時間設定による適応条件について検討している。適応条件を決める指標としてドライバーの危険感を利用している。ドライバーの危険感が高まりオーバーライドしないよう、圧雪路面における ACC の車間時間・速度設定に関する適応条件を明らかにした。自動運転の使用は気象状況や路面状況による利用機能制限が大きい。特に、冬期間における自動運転の利用は制限されている。運転疲労軽減や走行の安全性向上などのメリットを考えたとき、冬期道路環境に適応した自動運転に対する期待は大きい。冬期道路環境での自動運転の走行を可能とするためには、冬期道路環境での自動運転の適応条件を明らかにする必要がある。第4章で示した手法を応用し、雪氷路面としたテストコースでの走行実験結果を用いて、雪氷路面における ACC を用いた走行の追従シミュレーションを再現し,RF を推定するモデルを提案している。先読み情報として冬期において路面状況を自動運転車に提供することのメリットを検討するとき有用となる。

第6章では、本論文の成果として自動運転走行時のドライバーの周辺認知状況低下が高速道路合流部などのリスクの顕在化に与える影響、ドライバーが ACC 走行に感じる危険感モデル、冬期路面における ACC の走行速度・車間時間設定による適応条件に関する知見をまとめ、自動走行の拡大に向けた道路側による支援や仕組みを議論し、道路と連携した自動走行の高度化に関する方向性を示している。