

早稲田大学審査学位論文
博士（人間科学）
概要書

オプティカルフロー刺激が
ドライバの速度評価と速度選択に与える影響

Effect of Optical Flow Stimulus
on a Driver's Speed Estimation and Selection

2020年1月

早稲田大学大学院 人間科学研究科
伊藤 輔
ITO, Tasuku

研究指導担当教員： 古山 宣洋 教授

第1章 序論

自動車ドライバは、法定速度を守り、周囲の交通状況に応じた適切な速度で走行することが求められる。適切な速度よりも著しく速い速度で走行した場合には、ドライバが知覚すべきハザードを見落とす可能性が高くなり、事故に直結することが考えられる。その一方で、適切な走行速度よりも著しく遅い速度での走行、または意図しない減速が発生した場合には、交通流の乱れ（自然渋滞等）の原因になる可能性がある。一般的にドライバは、「客観的で正確なスピードメータ」と「主観的で曖昧なドライバの速度評価」の2つの情報に基づき速度選択を行っている。その中でも、視知覚が速度選択に及ぼす影響は大きく、ドライバは主にオプティカルフローの情報で速度評価している。そのため、ドライバの視野内に人工的なオプティカルフローを呈示することによって、ドライバの速度評価や速度選択を変化させる研究が実施されてきた。しかし、これまでの研究においては、交通流に合わせた刺激の呈示が難しいことや、塗装や対策機器を施す場所が限定されること、速度選択に関わる様々な個人差に対応できないこと等が課題として挙げられていた。

第2章 研究目的と研究の流れ

本論文では、これまでの研究応用事例の課題点を解決すべく、ドライバの周辺視野内（車内や路面等を想定）に可変性のオプティカルフロー刺激（Optical Flow Stimulus；以下、OFS）を呈示することを提案する。このOFSは、ドライバ視点映像（以下、走行映像）内のオプティカルフローを疑似的に拡張して呈示する方策であり、よりドライバの近接した周辺視野内に呈示することや、可変性であることがこれまでの研究応用事例とは異なる。そこで、OFSを呈示した場合の速度評価の変化やその量、また速度選択がどのように変化し得るのかについては明らかではない。本研究では、これらの事項について実験的に検討し、明示することを目的とし、速度制御研究に資する知見を獲得する。

第3章 OFSがドライバの速度評価に与える影響とその適切な移動速度と呈示位置の検討

実験1では、走行映像の周囲にOFSを呈示し、ドライバの速度評価がどのように変化するか検討した。独立変数は、OFS移動速度（60km/h相当、70km/h相当、80km/h相当、90km/h相当、100km/h相当）及びOFS呈示位置（映像の上部、下部、左部、右部）とし、従属変数は速度評価（ビジュアルアナログスケール）とした。

実験1に用いた走行映像の走行速度は全て80km/hであったため、仮に走行映像の周囲に呈示したOFSの影響がないと、実験参加者（以下、参加者）が走行映像の走行速度を評価した値（以下、評価速度）も全条件で約80km/hとなるはずである。しかし、走行映像よりも移動速度の速いOFSが呈示された条件では、評価速度が速くなった。その一方で、走行映像よりも移動速度の遅いOFSが呈示された条件では、評価速度が遅くなった。

この結果より、ドライバの周辺視野にOFSが呈示されることによって、ドライバの速度評価が変化し得ることが明らかになった。なお、OFS呈示位置についても検討した結果、速度評価の条件間に有意な差は認められなかった。

第4章 OFSがドライバの速度選択に与える効果の検討

実験1で、OFSを呈示することによりドライバの速度評価が変化することが明らかになったが、ドライバの速度選択が変化することは検討できていない。そこで実験2では、ドライビングシミュレータ（Driving Simulator；以下、DS）走行映像の周囲にOFSを呈示し、ドライバの速度選択がどのように変化するかをDS実験により検討した。独立変数は、OFS移動速度（60km/h相当、80km/h相当、100km/h相当）とし、従属変数はDS走行速度とした。実験1の結果より、走行映像の周囲のどの部分にOFSを呈示しても速度評

価に有意な差が認められなかったことから、実際の自動車における OFS 呈示の実現可能性の高い下部呈示のみに絞って行うこととした。

実験 2 で参加者に与えた課題は、スピードメータを見ずに 80km/h だと感じる速度で走行することであった。OFS の影響がない場合には、約 80km/h で走行すると考えられる。しかし、指定された DS 走行速度(80km/h)よりも移動速度の遅い OFS が呈示された条件では、DS 走行速度が速くなる傾向が見られた。また、OFS の呈示が終了してからの DS 走行速度は、有意に遅くなることが明らかになった。その一方で、指定された DS 走行速度(80km/h)よりも移動速度の遅い OFS が呈示された条件では、DS 走行速度に有意な差は認められなかった。

この結果より、ドライバの周辺視野に OFS が呈示されることによって、ドライバの速度選択が変化し得ることが明らかになった。

第 5 章 OFS がドライバの速度評価に与える時系列的な影響と OFS 呈示時間の検討

これまでの実験では、ドライバの速度評価の時系列的な変化や、OFS の適切な呈示時間について検討していない。そこで実験 3 では、走行映像の周囲に OFS を呈示し、ドライバの速度評価が時系列的にどのように変化するか検討した。主に検討した独立変数は、OFS 呈示時間 (5 秒, 10 秒, 15 秒, 20 秒) とし、従属変数は時系列的な速度評価 (ジョイスティック) とした。

参加者に呈示された走行映像は、すべて 80km/h であったが、OFS が呈示されている間は評価速度が徐々に速くなる一方で、OFS の呈示が終了すると評価速度が徐々に遅くなるだけでなく、OFS 呈示開始時の評価速度よりも遅くなることが明らかになった。また、OFS 呈示時間に着目して分析した結果、OFS 呈示時間条件によって評価速度のバラツキに違いが見られた。さらに、OFS の呈示時間が長くなると (10 秒以上) OFS 呈示が終了してからの評価速度の推移が統制条件のそれに比べて異なる結果が見て取れた。

第 6 章 総合考察

本論文では、OFS をドライバに呈示することにより、ドライバの速度選択を変化させ得るか、即ち走行速度を制御することが可能かどうかを検討した。その結果、OFS を呈示するとドライバの速度評価及び速度選択が変化することが明らかになった。また、ドライバの速度選択を変化させるための効果的な OFS の仕様 (OFS 移動速度, 呈示位置, 呈示時間) についての知見を得た。このドライバの速度選択に関する基礎的な知見は、本論文で提案した OFS に限定されることなく、従来のオプティカルフローを用いた速度制御刺激に関する研究や応用事例にも有用な知見であると考えられる。

OFS は可変性の刺激であるため、既に車両に搭載済みの「走行している道路の法定速度を読み取る」技術と組み合わせることにより、走行場所に制約されず、より効果的にドライバの減速/加速を促すことが可能となる。また、OFS を呈示した際のドライバの速度選択状況に鑑みて、ドライバの個人特性に応じた適切な OFS 移動速度で呈示することも可能であると考えられる。

第 7 章 結論

ドライバの周辺視野に OFS を呈示することで、法定最高速度違反の低減や、違反に起因する事故数及び事故の被害軽減、自然渋滞の緩和等の効果が期待される。本論文で行った実験的な検討により得られた知見は、今後のドライバの速度選択に関連する研究やドライバ教育等に資するものである。