

審査の結果の要旨

氏名 下山 修

本論文は、「自動車の運転技量差に注目したドライバ特性の研究」と題し、全7章より構成されている。

自動車の研究開発は、従来、成年男子ドライバを主な対象にしてきた。しかしながら、高齢者ドライバや女性のドライバの増加、また、新興国のモータリゼーションによって増加する初心者ドライバなど、ドライバが多様化してきている。そのような、多様なドライバに適応するため、本論文では、操舵特性に注目して、初心者から熟練者までの、運転特性の差異を、その要因から明らかにしたものである。

第1章「序論」では、ドライバの多様化と自動車社会の現状の背景を示し、それに応じてドライバ特性を解明する目的について述べている。

第2章「可変操舵角比に対するドライバ応答」では、ステアリングオーバーオールギア比と操舵反力を任意に変更可能とした実験車を試作して走行実験を行い、初心者と熟練者の操舵方法の差異を明らかにしている。模擬市街路、スラローム、ハンドリング路の三つのコースを用いた走行実験により、ドライバの経験によって、走行毎の操舵角の波形のばらつきや滑らかさ、操舵角のピークの高さ、ピークの鋭さに違いを見出した。また、ステアリングの把持位置を調べることによって、操舵行動に異なる動作をする群があることを明らかにしている。更に、操舵6分力計により、ステアリングを押しながら操舵する熟練者の操舵は、滑らかであり、ステアリングを引きながら操舵する場合の操舵波形には、高次成分が観られることを述べている。

第3章は「ドライバ運転特性の評価」と題し、実車走行実験とドライビングシミュレータ実験によって得られた運転操作データから、操舵の特徴を操舵角標準偏差、運転荒さ、総操舵量にて比較している。特に、ドライバの技量の差は、操舵の再現性を表す操舵角標準偏差により顕著に現れることを示し、技量差判断の解析指標としての有効性を導いている。

第4章「マルチモーダルドライバモデル」では、ドライバの運転特性を視覚系、体性感覚系、反力系の各モーダルに分けたマルチモーダルドライバモデルを新たに提案している。各モーダルを伝達関数で表現し、初心者ドライバは、センシング周期が長く、遅れが大きな視覚系モーダルを基に主に操舵し、熟練者は、視覚系、体性感覚系、反力系の全てのモーダルを使うという仮説を立てている。ゲインと時定数を適切に設定したシミュレーションを実施した結果、実車走行実験で現れた初心者は操舵が振動的で荒い様子を、また、経験が増すにつれて、滑らかな操舵をするという傾向を再現している。これらの結果より、ドライバの運転特性を視覚系、体性感覚系、反力系の各モーダルに分ける考え方の有効性を述べている。

第5章は「ドライビングシミュレータによる運転特性分類」であり、ターンテーブル付ユニバーサルドライビングシミュレータを用いて、初心者からレース経験のあるドライバまで、多様なドライバを同一条件の実験を行なっている。このドライビングシミュレータは、体感を得るためのモーション動作、ハンドル反力の特性を制御できるので、視覚系、体性感覚系、反力系の各モーダル条件を設定して実験を実施している。その結果、レーンチェンジ路を走行する時の操舵の再現性を各走行の相関から、ドライバが主に使用するモーダル別に、視覚情報を主に使う「視覚型」、体性感覚を主に使う「体感型」、反力情報を主に使う「反力型」、いかなるモーダル条件下でも、操舵の再現性の高い「多様型」という4種の主たるモーダルの分類方法を見出している。さらに、モーダルを追加することにより、操舵特性がどのように変化するかを調べ、相関係数で比較している。その結果、運転経験により視覚から体性感覚、そして反力情報を有効に活用できるようになるドライバが多かったことが示されている。

第6章「運転レベルに応じた運転支援」では、第5章までの結果を踏まえて、ドライバの主なるモーダル別に考えられる運転支援システム案を提案している。

第7章「結論」で、以上の結果を要約し、結論を述べている。

以上、本論文では、多様な自動車ドライバを対象に、その運転特性の差異を、ドライバの内部情報処理の観点に踏み込んで、主たるモーダル別に分類することができることを示し、そのモーダルと運転経験との間の関係も明らかにしている。自動車を多様なドライバに適応させ、安全性、操縦安定性を向上させる新たな運転支援の可能性を示したものであり、これらの研究成果は、機械工学へ寄与するところが多い。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。