

論文の内容の要旨

論文題目 自動車の運転技量差に注目したドライバ特性の研究

氏 名 下山 修

この数年で、自動車を取り巻く状況は大きな変化を起している。20 世紀の間、世界の自動車産業を牽引してきた米国のビッグスリーは崩壊し、中国の自動車新車販売台数は、2009 年に 1364 万台となり、世界一になった。また、インドなどから非常に廉価な自動車が販売される等、BRICS 諸国どの台頭が目覚ましいものがある。欧米や日本など、既に自動車が普及している諸国では、今後、需要の大幅増加は望めないが、新興国のモータリゼーションの開始により、大きな市場が出現するであろう。それは、とりもなおさず、爆発的な初心者ドライバがグローバルに出現することを意味する。

平成 17 年国勢調査の抽出速報集計結果によると、日本の総人口 1 億 2776 万人を年齢 3 区分別にみると、15 歳未満が 1740 万人（総人口の 13.6%）、15～64 歳が 8337 万人（同 65.3%）、65 歳以上の高齢者が 2682 万人（同 21.0%）だった。更に、65 歳以上の高齢者の内、9%の 1160 万人が 75 歳以上の後期高齢者である。5 人に 1 人が高齢者という高齢社会である。これが 2030 年になると、国立社会保障・人口問題研究所の推計によると総人口の 32%が 65 歳以上の高齢者、すなわち 3 人に 1 人が高齢者という超高齢社会になる。また、この高齢社会は、公共交通の発達した都市部より地方により早く生じることから、地方における自動車ドライバの高齢化は、もっと切実な問題である。一人暮らしの高齢者や、老夫婦の病院への通院や買い物には、地方では自動車が欠かせない交通手段になっているため、認知問題などからの免許返上も進まない状況である。従って高齢ドライバは、これからも増え続けることが示唆される。

しかしながら、これからの高齢ドライバは、ちょうど戦後に生まれた団塊の世代に当たるので、これらの人々の免許保有率は高く、運転経験の豊富な高齢ドライバ群というのが出現することになる。従って、現在の高齢ドライバとは異なり運転中の事故が今後増加すると思われる。また、現在調査の進んだ高齢ドライバの特性とは異なるドライバ特性を持つ可能性も高い。このように、運転するドライバは初心者から、高齢者まで、グローバルに多様化していく。多様化したドライ

バに適合した自動車または、運転支援システムの提供が必要になってくる。そこで、将来、運転支援システムに組み込めるような個人属性や走行シーンに対応したドライバモデルの実現の為に、本研究では、運転操舵の初心者から熟練者までの技量の差異に注目して、新たな仮説モデルを立て、それに基づき実験から、ドライバの運転特性を分類することを目的とする。

まず、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用いて、初心者と熟練者の操舵方法の差異について観察した。その結果、ドライバによって、繰り返された走行の操舵角の波形のばらつきや滑らかさ、操舵角のピークの大きさ、ピークの鋭さに違いがあることを見出した。

そこで、操舵角波形を関数近似すると、初心者は、高次成分が多く、経験が増すにつれて高次成分が少ない滑らかな操舵をすることを発見した。また、ステアリングの把持位置を調べることによって、腕を交差させて持ち替え動作を行う群と、送りハンドルで、腕を交差させずに操舵する群があることが判った。また、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、ステアリングを引きながら操舵する女性ドライバの操舵波形には、高次成分が観られることが判った。

次に第3章「ドライバ運転特性の評価」では、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、ドライバの操舵行動特性において着目すべき特徴点を検討した。その結果、操舵の特徴をあらわす値として操舵角標準偏差、運転荒さ、総操舵量を計算し比較した。クランク走行、スラローム走行、ハンドリング路走行などから操舵角標準偏差と総操舵量に運転技能や経験の差があらわれる傾向が見られた。

特に、操舵の再現性を表す操舵角標準偏差での運転経験の差が表れた。

第4章「マルチモーダルドライバモデル」では、実車実験の結果から、ドライバの技量差の操舵方法への影響要因を推測した。過去の経験から、初心者は視覚情報のみで運転するのに対して、運転が熟達すると、体で感じる横加速度や、ステアリングの反力を、重要な情報源として運転をするようになると思い、ドライバの操舵に用いるセンシング機能が技量差の大きな要因であるという仮説を立てた。

そこから、そのセンシング機能を視覚系パス、体性感覚パス、反力系パスに分解したマルチモーダルモデルを示した。このモデルを用いて、シミュレーションを行った。

初心者ドライバは、センシング周期が荒く、遅れが大きな視覚系パスを主に操舵すると仮定して、条件を設定してシミュレーションを実施したところ、かつて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再現できた。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も再現できた。

第5章「ドライビングシミュレータによる運転特性分類」では、計算シミュレーションに続いて、東京大学生産技術研究所所有の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による実験を行った。このドライビングシミュレータは、モーションを付加したり停止したり、反力を付けたり外したりできるので、モーダルを変更して実験が可能である。ドライビングシミュレータ実験において、先ずレーンチェンジ路を走行する時の操舵の再現性から、ドライバを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」に分類できることが解った。更に、どのモーダルであっても滑らかな運転が可能な「多様型」のドライバの存在も明らかになった。

次に、モーダルを追加することにより、操舵の類似性が向上するか相関係数で比較した。

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いことが解った。技量差や経験差に応じ個人に最適な運転支援システムを提供するには、運転経験によって、視覚系のアシスト、体性感覚系のアシスト、はたまた反力系のアシストを行なうと有効である可能性が示唆できた。

次に第6章「運転レベルに応じた運転支援」では、ドライバのモーダル特性の合わせた運転支援方法を示した。車線逸脱警報を例に、「視覚型」、「体感型」、「反力型」に対応した、それぞれの型に対する最適 HMI を提案した。

最後に、本研究は、多様化するドライバに対して最適な運転支援システムを将来実現するために、ドライバ個々の特性を明らかにする事を行なった。その結果、以下の事が明らかになった。

1. 運転技量差は、操舵のばらつき（標準偏差、相関係数）で比較可能である。

2. レーンチェンジ実験における操舵角のバラつきから、運転に関わる認知判断操作の主たるモーダル型があることが判明した。そのモーダル型は、「視覚型」、「体感型」、「反力型」の三種と、全てのモーダルにおいて、バラつきが少ない「多様型」である。

ただし、その逆のバラつきがいかなる条件でも大きく分析不能なペーパードライバの群もいる。

3. 免許取得年数、生涯走行距離、近年の年間走行距離を乗じた「運転経験指標」を定義し、首都高実験とレーンチェンジ実験から、運転経験が増す「運転経験指標」が大きい実験参加者ほど、反力型、多様型が増えることが解った。従って運転経験が増すと、モーダルを追加、複合できる様になり、技量が向上することが判明した。

本研究では、多様化するドライバの特に運転技量の要因を、ドライバの運転情報処理過程に注目して分析をした。今後更に、定量的にその差を明確にする方向で研究を継続する予定である。