

論文の内容の要旨

論文題目 運転者の判断過程を考慮した運転者モデルの構築と
交通事故への ITS 関連の車載機器の影響に関する評価

氏 名 田久保 宣晃

本研究の目的は、以下の諸点である。

- ・ ITS (Intelligent Transportation Systems) 関連の車載機器が安全に及ぼす影響を検討する。
- ・ ヒューマンエラーと ITS 関連の車載機器の影響を考慮したシステム制御的な運転者の運転行動モデル (特に、判断過程の情報処理を含む) を構築する。
- ・ 運転行動に関連した各種課題に対して、構築したモデルを適用し、知見を得る。

本研究には二つの社会的背景と、それに対応するための学術的背景が存在する。

第一の背景は、新たな交通事故対策の必要性という社会的背景である。本研究では、交通事故の推移を分析し、交通事故件数の増加傾向、交通事故関連指標 (例えば自動車台数) 当たりの交通事故件数の平衡状態、運転者のヒューマンエラーによる事故の増加などの現状を明らかにした。現状に対し、運転者の運転行動を情報処理過程の面から詳細に解析し、その結果を中心とした対策を立案することが必要となる。

第二の背景は、ITS 関連の車載機器の実用化という社会的背景である。ITS 関連の車載機器については、安全性向上などの本来の目的が期待される反面、運転行動に様々な影響を及ぼすことが懸念されているため、影響の具体的な評価が必要とされている。本研究では、普及が先行しているカーナビゲーション装置が事故発生過程に影響した交通事故の特徴を、交通事故統計データによって分析した。分析の結果、装置の購買層や利用層 (普通乗用車、若年者) が持つ交通特性や事故特性が強調された事故の傾向と、装置を利用しやすいために潜在的な危険性を有する状況が強調された事故の傾向 (追突、交通閉塞など) とが特徴となっていた。このような事故の防止のため、ITS 関連の車載機器が運転行動に与える影響を詳細に分析、評価する手法が必要となる。

第三の背景は、第一、第二の背景に対応するために必要となる既存の手法が不十分であるという学術的背景である。社会的背景により生じる各種課題に対応するために、運転者の運転行動とその特性を情報処理過程に着目して解明することが必要不可欠であるが、複雑な人間の情報処理過程 (特に判断過程) は未だに解明され尽くしていない現状にある。また、運転行動を具体的に評価するためには、運転者の情報処理過程 (特に判断過程) を考慮した制御学的シミュレーションが必要不可欠であるが、本研究で先行研究を調査したところ、「交通事故のような特殊な状況」、「判断過程とヒューマンエラー」、「車両挙動と連携した具体的なシミュレーション」などの特徴を併せ持つ知見がほとんどみられないこ

とが明らかとなった。そこで、これらの特徴を併せ持ち、「交通事故や運転行動の検討」、
「ITS 関連の車載機器の評価」といった課題に対して適用可能な運転者モデルを構築する
ことを具体的な研究対象とした。

まず、運転者の判断過程に関わる運転者モデルを、脇見行動を代表例として提案した。
概念を総括した脇見行動の詳細モデルと、具体化が可能となる特徴的部分を抽出した脇見
行動の簡略モデルを提案した。具体化は、「脇見時間の判断」部分と、「脇見の実行判断」
部分から構成される脇見行動の簡略モデルに関して行った。一般の判断過程には、行為の
要求度（必要度）と予測される危険度との比較が基本となっていると考察し、本研究で
限定した脇見行動に関する知見であっても、他の判断過程の検討に資すると考える。

続いて、モデル化に関して、交通事故および ITS 関連の車載機器という課題に関連する
知見を得るために、カーナビゲーション装置への脇見による追突事故を対象に、詳細な事
故分析を行い、車両運動状況と脇見時間を推定、抽出した。運転者属性および道路交通環
境要因を加えて、脇見時間を目的変数とする重回帰分析および数量化分析を行い、脇見時
間に関するモデル式を構築した。結果は、車両運動状況（自車速度、先行車速度、先行車
加速度、車間時間）を主要因とし、運転者属性と道路交通環境要因を補助的要因とする統
計的に有意なモデル式となった。

続いて、脇見の実行判断部分のモデル式を構築するため、また脇見時間の判断部分のデ
ータを拡充するため、ドライビングシミュレータを用いた模擬走行実験を行った。実験は、
追従走行中におけるカーナビゲーション装置への脇見行動を想定したシナリオとした。

得られたデータから、脇見時間の判断部分に関わるモデル式を、事故分析と同様に重回
帰分析で求めた。さらに、脇見の実行判断部分について、車両運動状況を説明（入力）変
数、脇見の実行・不実行を目的（出力）変数とするモデル化を試みた。目的変数が不連続
な2値であることから、手法として確立している統計学の判別分析を構造同定の手法とし
た。また、データの集約化、時間的な推移の影響を考慮した説明変数の追加及び処理を行
った。その結果、約70%の的中率（実験での判断結果とモデルでのシミュレーション結果
との一致する割合）を有する脇見の実行判断モデルが得られた。

さらに、運転者の追従制御を PID 制御モデルとして表現し、既構築の脇見時間の判断部
分、脇見の実行判断部分と併せて、追従走行中の運転者の脇見行動を表現する統合モデル
を構成した。模擬走行実験と同じ先行車条件を与えたシミュレーション結果の統計的な評
価により、脇見の回数については実験データより若干少ないが、脇見時間および多くの車
両運動状況の変数については実験データと統計的に有意差が無く、実験での運転者の行動
と同質のモデルが構築されたことを確認した。

次に、構築したモデルを具体的な課題に適用し、モデルの適用性について評価すると共
に課題に関する知見を得た。

第一は、脇見行動の危険性の評価についてである。まず、脇見時間の判断の危険性に関
して、判断モデル式での脇見時間の算出結果と、同じ条件下での衝突余裕時間（現在の車

両運動状況が継続した場合に何秒後に先行車に追突するかを表す物理的指標) とを比較分析した。分析によって、脇見時間の不安全的判断条件の存在とその変化要因、また、単独の運転者のモデルと複数の運転者のモデルとの結果の差を求めた。さらに、脇見の実行判断の危険性を、モデルによるシミュレーション結果と実験での運転者の行動との偏差などから検討した。実験での運転者の脇見の開始時刻と、シミュレーションでの同時刻とのギャップをパラメータとし、脇見中の衝突余裕時間の最小値を危険度の評価指標として分析を行った。分析によって、シミュレーションでの脇見の実行開始時刻に対して、実験での運転者の脇見開始時刻が遅れるほど危険性が増加することが明らかとなった。また、単独の運転者の実行判断と複数の運転者の実行判断とに差があることが明らかとなった。これらの結果から、脇見行動の危険性の評価にモデルが適用可能であることを確認した。

第二に、ITS 関連の車載機器の評価の代表例として、従来、車線逸脱の危険性の視点に限られていた車載機器への注視時間の基準値の課題の検討に対して、より危険性の高い追突の視点から検討した。統合モデルの脇見時間の判断部分を定数に置き換え、脇見時間を 0 秒 (すなわち脇見の無い基準走行条件) から 5 秒まで変化させてシミュレーションを行い、衝突余裕時間の分布から危険度を分析した。分析の結果、脇見のある場合に、脇見時間が 1.5 秒まではそれ以下の脇見時間と危険度 (短い衝突余裕時間の構成率) に大差がないこと、1.5 秒を超える脇見時間では急激に危険度が増加することが確認できた。

第三に、交通事故の事故再現に関するモデルの適用の可能性について検討を行った。本研究で事故分析に用いたカーナビゲーション装置への脇見行動が影響した追突事故例についてモデルを適用し、事故データの情報のみでは解消できなかった不整合性がモデルによって解消できる可能性、また、新たな知見が付加される可能性が示唆された。

本研究の特徴は、第一に交通事故に関わる情報を用いて、交通事故発生過程、ヒューマンエラーの特性、さらに ITS 関連の車載機器の安全への影響、について分析したことにある。通常は例外的にしか扱われない交通事故の特性を積極的に分析することで、安全の問題に関して、より実用的な知見を得たものである。第二に、これまで具体的な検討が少なかった運転者の情報処理過程、特に判断過程について、従来の制御工学的なシミュレーションとしての適用が可能な運転者モデルを、脇見行動を例として構築したことにある。第三に、このモデルを用いて、運転行動の検討や ITS 関連の車載機器の検討などを行い、知見を得たことにある。

本研究により、目的とした運転者の判断過程のモデル化を達成した。データ上の制約などに配慮する必要があるものの、交通事故のような危険事象、および実用化が始まった ITS 関連の車載機器の影響の検討がモデルにより可能であることを確認した。自動車技術の分野、また人間工学の分野で必要とされていた運転者モデルの構築とシミュレーションを具体化したことにより、運転者の特性、ITS 関連の車載機器および事故分析と事故防止の検討に大きく寄与することが期待できる。