

ドライバーの運転行動特性について

フェロー 小島幸夫（運転行動科学研究所：元科学警察研究所）

1 はじめに

ドライバーの運転行動の特性は交通の安全性・危険性に大きな影響を及ぼしている。このため、初心者、高齢者等の運転者グループごとの、右折、車線変更などの運転場面ごとの運転行動の特性を明らかにすることは極めて重要である。ここでは今までに行ってきた運転行動特性に関わる研究事例を紹介する。

2 初心運転者の特性

初心運転者は事故率、特に死亡事故率が高いことが知られている。事故分析の結果、市街地の信号交差点では右折時衝突、追突が、無信号交差点では出会頭衝突が、山岳道路のカーブ区間ではガードレール、塀、電柱等の工作物衝突あるいは対向車との正面衝突が、高速道路では本線カーブ区間およびランプウェイで、初心運転者の事故が顕著である。

（1）注視特性⁽¹⁾

市街地では、初心運転者の注視特性は、重要な対象物を見逃したり、重要でない対象物に固執したりして、注視対象物に対する危険性評価能力、潜在的危険予知・予測能力が未発達である。また、不適切な注視行動は、道路幅員の狭い駅前商店街通過時で 34%、住宅街通過時に 40%、信号交差点右折時に 62%の高い比率で発生している。

山岳道路のカーブ区間では、熟練者は右カーブで 85%、左カーブで 68%の割合でカーブ内側を注視しているが、初心者では各々 54%、31%に過ぎず、初心者はカーブ内側をあまり注視していない。

高速道路のカーブ区間でも同様な特性が見られた。

（2）山岳道路カーブ区間での速度制御・方向制御の特性⁽²⁾

山岳道路の特定のカーブ区間の上り勾配と下り勾配とで速度制御・方向制御の特性を比較した。曲線半径は 30m、35mの複合カーブ、勾配は 5%であった。分析の結果、初心者と熟練者の差異は下り勾配のカーブ流入部付近で顕著に見られた。

速度制御に関しては、初心者は、下り勾配のカーブ流入部で減速操作の開始が熟練者より平均で 0.95 秒遅く、4%高い速度で流入している。このことは、カーブ曲がり具合や勾配の大きさに対する初心者の認知・判断が的確でなく、減速操作開始のタイミングが遅れているためと思われる。

方向制御に関しては、初心者は、下り勾配の流入部でカーブに忠実に操舵し、走行距離に対するハンドル操舵角の変化率は 3.1 度/mと高く、最大ハンドル操舵角が 103 度と大きく、最大横加速度は 0.31Gと熟練者より 0.07G（32%）も大きい。

速度制御と方向制御の関連性に関しては、初心者は高速のまま下り勾配のカーブに接近してしまい、流入時には強い減速と大きな操舵とが同時に行われるため、前後加速度と横加速度の合成ベクトルが熟練者より大きく、かつ長い時間作用している。このことがカーブでの走行の安定性を低下させ、事故の発生原因となっていると推定される。

(3) 山岳道路カーブ連続区間における運転特性の統計的解析⁽³⁾

山岳道路では多くのカーブが連続して存在し、その曲率、曲線長、勾配がまちまちであり走行速度も一定ではないため、カーブ連続区間を全体としてとらえる必要がある。このため、カーブ連続区間全体のカーブ曲率、運転操作、車両挙動の波形データをもとにパワースペクトル密度による統計解析を行い、“低周波数帯(0.05~0.15Hz)”および“高周波数帯(0.2~1.5Hz)”の初心者の特性を分析した。低周波数帯の特性は道路線形(曲率と勾配)に対応した運転特性を示し、これは道路線形に対するフィードフォワード制御に対応するものである。これに対し、高周波数帯の特性は速度調整や修正操舵などの運転者の技能を示すもので、フィードバック制御に対応するものである。さらに、速度制御に関わる前後加速度などのピーク周波数は、方向制御に関わる横加速度等のピーク周波数より高周波側になっており、これはカーブ区間の速度制御と方向制御の相違に由来するものである。

3 高速道路での車線変更時の特性⁽⁴⁾

高速道路で発生した人身事故の発生過程を分析した結果、車線変更が起因した事故は21%を占めていた。これらの事故を対象として、車線変更を必要とした状況から事故に至るまでの過程を認知、判断、操作、車両挙動、回避行動、衝突タイプなどの時系列の解析をした結果、大きく分けて5グループに分類できた。

(1) グループ1：車線変更開始前の状況判断の過程で、相手車線の後方を走行中の車に気をとられてしまい、自車線の前方に対する注意が欠けて(不足して)いたため、前車に接近しすぎ、追突したものの。(18%)

(2) グループ2：相手車線の後方の安全(車の存在)を確認しないで車線変更を行ったため、気づかないまま後方を走行中の車と衝突したり、または後方車両が回避しようとして他車に衝突したものの。(32%)

(3) グループ3：車線変更を開始してから、後方から接近してくる車の存在に気づき、あわてて元の車線にもどる急ハンドル操作をしたため、不安定な状態となり、衝突したものの。(10%)

(4) グループ4：車線変更中に相手車線の前方を走行中の車に気づいたが、接近しすぎてしまい、追突したものの。(13%)

(5) グループ5：車線変更のためのハンドル操作が急であったため、不安定な状態となり、ガードレール等に衝突したものの。(23%)

4 信号交差点右折時の特性(ファジィ制御のドライバーモデル)⁽⁵⁾

信号交差点における右折行動は、対向直進車の接近状況に応じて右折可否の認知・判断が求められ運転場面である。走行実験を行うとともに、右折に関わる運転者の認知、判断、操作のモデル化を行った。これら認知、判断、操作は人間の主観的な“曖昧さ”によるもので、曖昧さを扱えるファジィ集合論に基づくファジィ制御を応用した。ファジィ制御の特徴は、運転者の定性的な経験則あるいは制御戦略を制御規則として構成し、またメンバーシップ関数という概念を用い、制御アルゴリズムを決定している点にある。

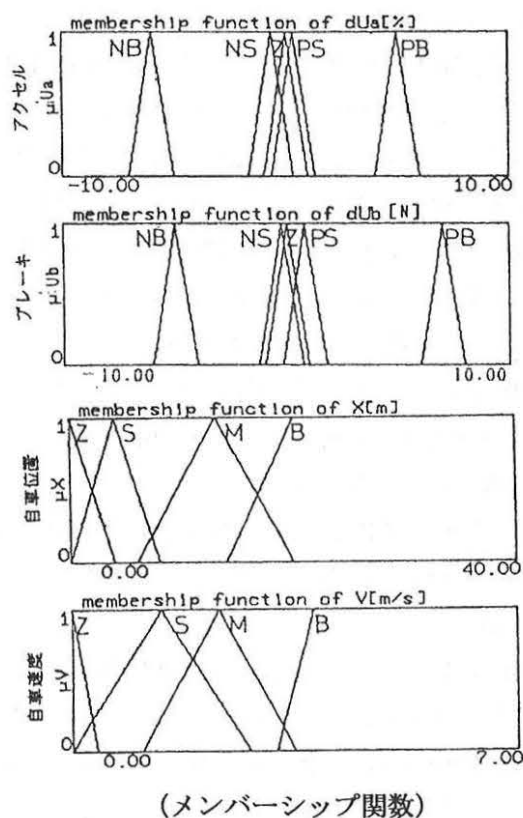
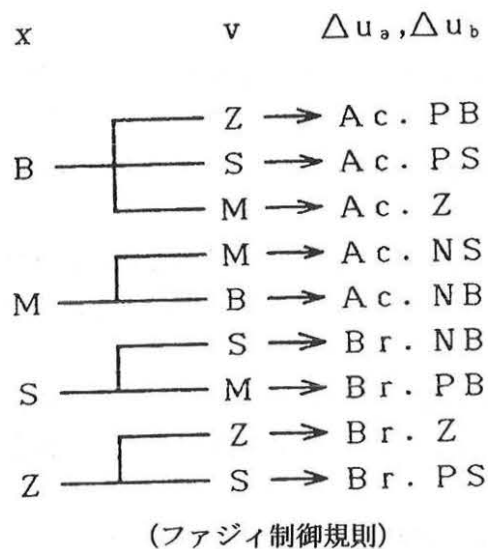
運転者は、自車である右折車両の走行状態(位置 x 、速度 v)と対向車の走行状況(位

置 y) を観測して、if-then 形式のファジィ制御規則によってアクセル、ブレーキの操作量を決定するものとする。if-then 形式「もし・・・ならば・・・せよ」からなる言語的制御規則により構成される。例えば「対向車が遠くにいて自車は右折待ち停止線の近くで低速の状態であるとアクセルを大きく踏み込む」という制御規則になる。これらの制御規則や曖昧さの程度をあらわすメンバーシップ関数は実験結果から求める。

信号交差点での運転者の右折行動のパターンとしては、赤信号で先頭車両として停止して青信号で発信し右折待ち停止線停止するまでの「発進減速行動 (A)」とその後の「右折待ち後の加速行動 (B)」に分けて考える。

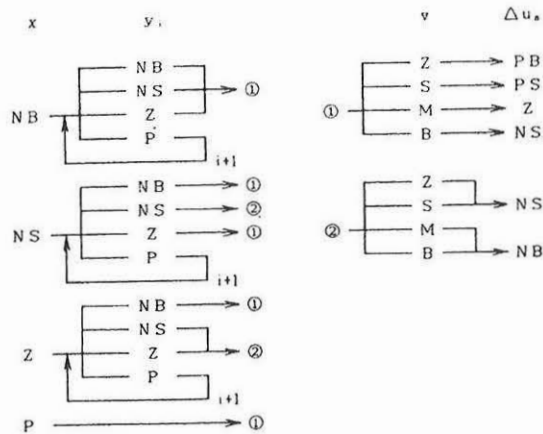
(1) 発進減速行動 (A)

このA区間では、以下に示すファジィ制御規則及びメンバーシップ関数を定義・調整することによって運転操作の計算結果が実験結果とほぼ一致した。

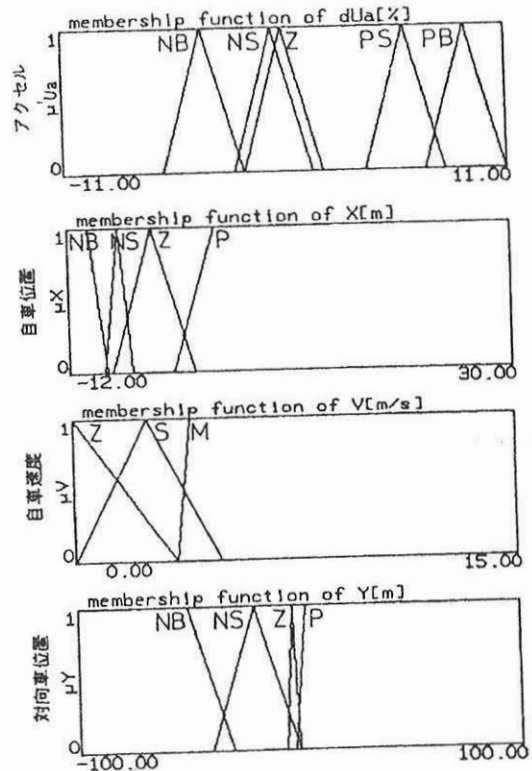


(2) 右折待ち後の加速行動 (B)

このB区間では、以下に示すファジィ制御規則及びメンバーシップ関数を定義・調整することによって運転操作の計算結果が実験結果とほぼ一致した。



(ファジィ制御規則)



(メンバーシップ関数)

5 参考文献

- (1) 小島幸夫：初心運転者と熟練運転者の運転特性（第1報：注視特性について）自動車技術会論文集 Vol.28, No.2, p.73-78(1997)
- (2) 小島幸夫、永井正夫：初心運転者と熟練運転者の運転特性（第2報：カーブ区間での速度制御と方向制御）自動車技術会論文集 Vol.29, No.2, p.121-126(1998)
- (3) Masao NAGAI, Yukio KOJIMA and Naoya MIYAMOTO: Statistical Analysis of the Influence of Curvature and Grade of Winding Roads on Driver's Operations and Vehicle Motion. Proceedings of 4th International Symposium on Advanced Vehicle Control, p.499-503(1998)
- (4) Yukio KOJIMA: A Study of Behavioral Sequences Leading to Accidents Attributable to Lane-Changing Maneuvers on an Expressway, X VII International Congress of FISITA Proceedings Vol.3, p.1357-1366(1978)
- (5) M.Nagai, Y.Kojima, H.Sato: Driver's Decision and Control Process During Right-Turning at Intersection (Application of Fuzzy Linguistic Model for Accident Analysis, Proceedings of the 4th International Pacific Conference on Automotive Engineering, No.871-250(1987)

または、永井正夫、小島幸夫、佐藤博文：交差点通過時の人間—自動車系の研究（第1報：右折行動のファジィ制御モデルと走行実験）、自動車技術会学術講演会前刷集 No.872, p.449-454(1987)