

合流部における避走挙動を考慮した交通シミュレーションモデルの構築

A study on traffic simulation model considered give-way action at merging section

高山純一***宇野伸宏****飯田恭敬****住友拓哉*****玉元将裕*・住友拓哉*****

by Jun-ichi TAKAYAMA**, Nobuhiro UNO***, Yasunori IIDA****, Masahiro TAMAMOTO*
and Takuya SUMITOMO*****

1. はじめに

現在、我が国における道路合流部の交通渋滞や交通事故の問題において、既存道路の形態を変えるとといったハード面での大きな改善には、かなりの資金が必要であり、問題の適当な改善策とはいえない。そこで、現在、目覚しい進歩を見せているソフト面(走行支援システム等)での改良が有効であるといえる。

これまでの道路合流部における運転挙動に関する研究は、合流部の設計基準を決定するためのもの⁴⁾、⁷⁾や、合流部において発生する交通渋滞および交通事故などの問題を解決するために、行われてきたもの³⁾、⁸⁾が多い。しかし、避走挙動に関する研究は本線走行車が合流部到達以前に追越車線に車線変更を行う先行避走を考慮したものはあったが、合流部における本線走行車の避走挙動を分析した研究は少ないようである。

また、合流部に関する研究²⁾においてもドライバーの運転メカニズム(例えばブレーキのタイミング、避走挙動を行う決定位置など)、ドライバーの熟練度、性格などに左右される判断行動を完全に把握しているとはいえない。

そこで、本研究においては、合流部付近における避走挙動を詳細に分析し、避走挙動を決定(意思

決定)する要因を、数量化理論Ⅱ類により明らかにする。

そして要因別に避走割合を表わす避走頻度分布図の作成を行う。ただし、最終的にはファジィ理論によって表されたドライバーの運転メカニズムを用い、交通の円滑化・安全化を目的とした交通ミクロシミュレーションモデルの構築を目指す。

2. 合流部における交通流ビデオ調査

2-1 調査地点と調査方法

調査地点としては、図-1に示すような国道1号線下り線奈良野町付近(京都府)における国道161号線との合流地点を設定した。調査はビデオカメラを図のように設置し、大型クレーンを用いて上方から撮影する方法で行った。国道161号線から国道1号線への合流車すべてについて、まず目視により次に示す調査項目を調べた。

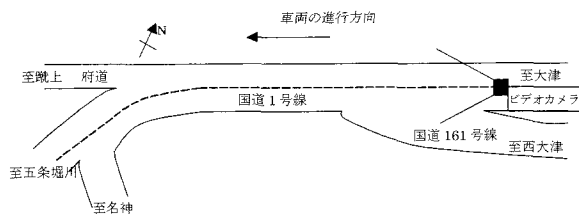


図-1 合流対象地域の略図

2-2 アナログビデオによるデータの調査項目と計測方法

調査項目としては、合流車からみた前方及び後方の本線走行車(避走車含む)・合流車・追越車線走行車の有無及び車種、合流車の合流パターン(図-2に示す)、本線走行車・追越車線走行車のブレーキの有無を設定した。

ただし、調査した合流車のうち、後方に本線走行

キーワード コンフリクト、合流挙動、メンバシップ関数、避走

**正会員 工博 金沢大学工学部土木建設工学科 〒920-8667
石川県金沢市小立野 2-40-20 (TEL) 076-234-4613 (FAX)
076-234-4632 E-mail takayama@t.kanazawa-u.ac.jp

***正会員 工博 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻 〒
606-8501 京都府京都市左京区吉田本町 (TEL) 075-753-5126
(FAX) 075-753-5907 E-mail uno@urbanfac.kuciv.kyoto-u.ac.jp

****正会員 工博 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻
E-mail iida@urbanfac.kuciv.kyoto-u.ac.jp

*学生会員 金沢大学大学院自然科学研究科環境基盤工学専攻

*****学生会員 金沢大学大学院自然科学研究科環境基盤工学専攻

車が存在しないケースは避走が発生しないため、ここではそのパターンは避走挙動の分析対象サンプルから除外した。なお、本線走行車が避走を行うかどうかを判断する基準として有効であると考えられる合流車の合流開始位置基準線、本線走行車と合流車の車頭時間、本線走行車と追越車線走行車の車頭時間についても、それぞれ目視・手動により計測した。その計測方法として(図-3参照)、合流車が縦線E-E'を超えたとき最も近い基準線A-A'を用いて本線走行車との車頭時間を計測する。その後、本線走行車の後方に追越車線走行車が存在した場合は同様の基準線を用いて車頭時間を計測する。

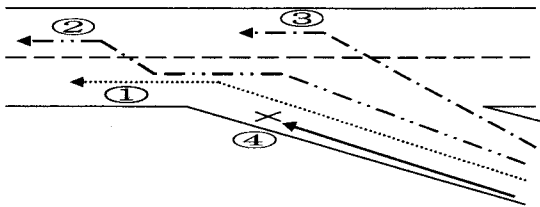


図-2 合流車の合流(車線変更)パターン

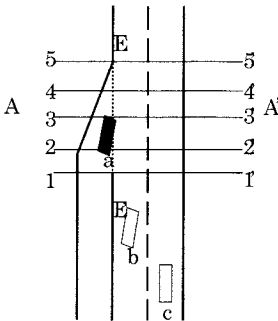


図-3 車頭時間の計測方法

3. 数量化理論Ⅱ類による避走挙動の要因分析

3-1 数量化理論Ⅱ類による分析

ドライバーの合流判断に関連する要因(項目)を明らかにするために、数量化理論Ⅱ類を用いて分析を行った。目的変数としては「本線走行車が避走を行ったか、行わなかったか」の判断(2分類)とし、説明変数としては前節で挙げた調査項目とした。

表-1 に分析結果を示す。数量化理論Ⅱ類を用いた分析結果から、本線走行車と追越車線走行車の車頭時間、追越車線走行車の車種、及び本線走行車の

ブレーキの有無については偏相関係数が高く、それらが本線走行車が避走を行うかどうかの判断基準に影響を与える項目(要因)であることが分かった。また、車頭時間間隔を変化させたりした分析結果から、車頭時間間隔はできるだけ細分化した方が説明力が高いこともわかった。

表-1 数量化理論Ⅱ類による分析結果

アイテム	レンジ	偏相関係数
前方本線走行車の車種	0.4391	0.0851
後方本線走行車の車種	0.4416	0.1114
合流車の車種	0.3426	0.0680
合流パターン	1.5906	0.2222
本線走行車のブレーキの有無	1.0528	0.3537
追越車線走行車のブレーキの有無	0.6285	0.1322
合流開始位置基準線	0.3150	0.0572
合流車と本線走行車の車頭時間	0.8984	0.2307
追越車線走行車の車種	3.1892	0.4013
本線走行車と追越車線走行車の車頭時間	3.7094	0.4301

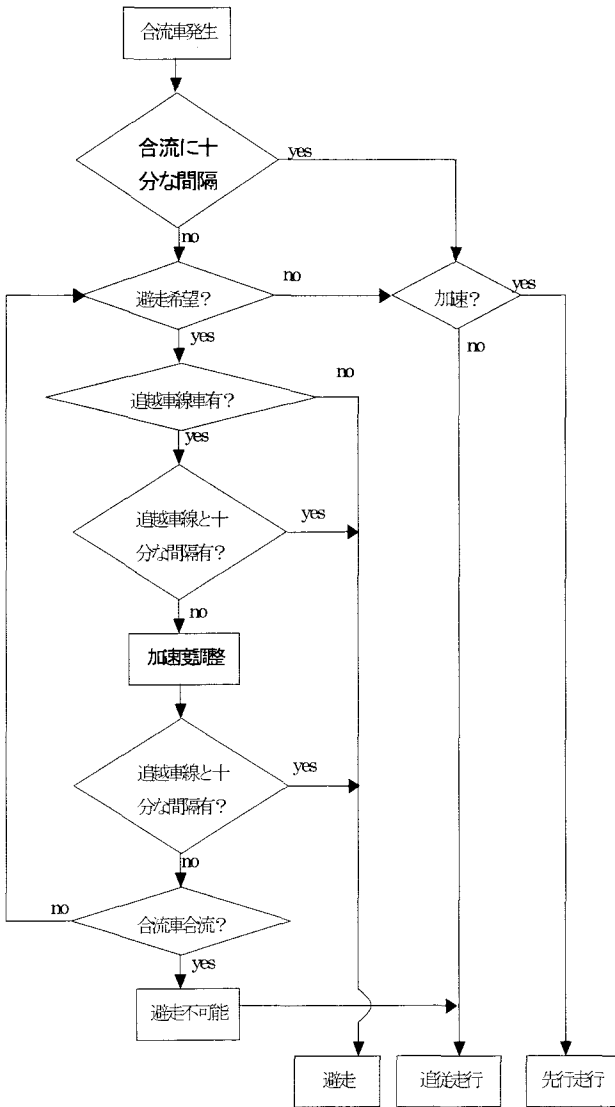
3-2 数量化理論Ⅱ類を用いた避走挙動解析モデルの構築

交通コンフリクトを対象とした避走シミュレーションモデルを構築するために必要である、本線走行車の運転挙動（ドライバーの合流時における避走の判断）をフローチャートとして図-4に示した。

フローチャートの説明を行うと、フローチャート内のひし形部分が、本線走行車の判断を表しており、この部分についてモデルを構築する。フローチャート内の四角形部分は、本線走行車の行為(運転挙動)を表している。

本研究では、用いたビデオが合流部のもので本線走行車を中心に調査・分析してきた。そのため図-4のフローチャートの中で本線走行車についての避走挙動解析モデルを構築する。避走挙動解析モデルを構築するにあたって、フローチャートの「避走希望？」の部分は、今回の調査・分析では数量化理論Ⅱ類を用いて分析した結果、該当する項目が無いために、本線走行車がいつ避走を希望するか否かということが判断できない。そのため今回の避走挙動解析モデルを構築するためには、「避走希望？」の部分を省略する。「追越車線走行車と十分な間隔有り？」

の部分については、今回の調査・分析で数量化Ⅱ類を用いた分析の結果、該当する項目が見つかった。そのため、今回の避走挙動解析モデルを構築するために「追越車線走行車と十分な間隔有り？」の部分を用いることにする。



図－４ 避走挙動のフローチャート

3-2 避走頻度分布図の作成

本線走行車が避走を行うか否かを判断する避走頻度分布図（避走割合）を作成するにあたって、数量化理論Ⅱ類を用いて分析した結果から適正であると思われる項目(本線後走行車のブレーキの有無、追越

車線走行車の有無及び車種、追越車線走行車と本線走行車(避走車)の車頭時間の関係)を用いる。また避走頻度分布図は横軸を本線走行車と追越車線走行車の車頭時間とし、縦軸は避走頻度の度合い（今回は本線走行車が避走を行った割合）を用いて表わす。

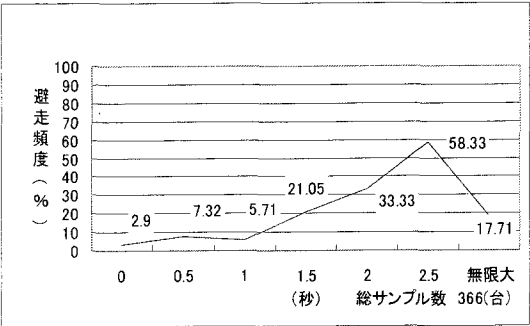
得られた避走頻度分布図を図－5、図－6、図－7に示す。

3-3 結果の考察

まず、本線走行車と追越車線走行車の車頭時間別の避走頻度分布図を作成した。その結果を図－4に示す。結果として、車頭時間が大きくなればなるほど本線走行車は避走を行いやすいということが確かめられた。

第二段階として本線走行車のブレーキの有無による避走頻度分布図を作成した。その結果を図－5に示す。これは本線走行車がブレーキを踏む場合、合流車に道を譲り、逆にブレーキを踏まない場合は避走、もしくは先行走行を本線走行車のドライバーが取りやすいということと考えられる。

次に、追越車線走行車の有無及び車種別の避走頻度分布図を作成した。その結果を図－6に示す。ここでは追越車線走行車が大型車の場合避走が見られたサンプルは1つしかなかったため図には示さなかった。しかし、サンプルが無いということは本線走行車のドライバーにとって追越車線上に大型車が存在する場合、かなり避走行動を取ることが困難であるということが裏付けられたといえるだろう。



図－5 全有効データによる避走頻度分布図

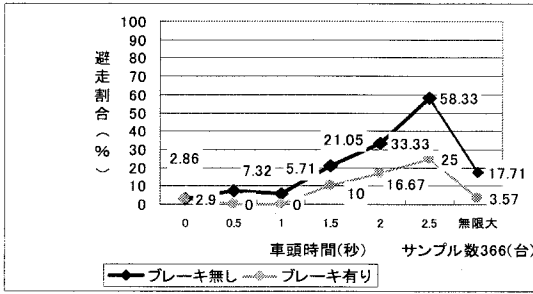


図-6 本線走行車のブレーキの有無別に比較した避走頻度分布図

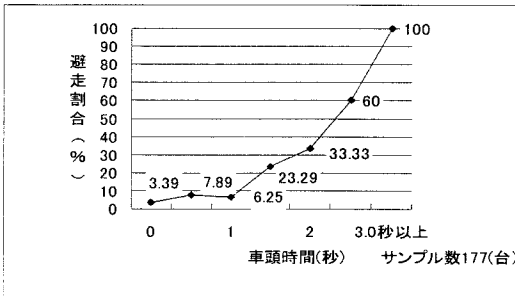


図-7 追越車線走行車が小型車の場合の避走頻度分布図

4. 交通流デジタルビデオ(AVI ファイル)によるシミュレーションモデルの構築

4-1 デジタルビデオ利用の意義

前章まではアナログビデオを用いて分析を行っていたが、本章ではデジタルビデオを用いた調査・分析を行う。デジタルビデオを用いる理由としては、アナログビデオの場合、車頭時間及び合流位置の計測は、手動計測であったため人為的な誤差が生じていることが推測され、またビデオテープの操作が大変な手間となってしまうということに対して、短時間で大量の位置情報を記録できる、完全に画像を静止させて解析と入力ができる、精度が良好である等が挙げられる。

また、アナログビデオの場合、車両同士の相対的な速度変化(車頭時間の変化)は観測できるが、ビデオ操作と手動誤差の関係から単独車両の速度変化を観測する事は困難である。ドライバーの運転メカニズムを分析するためには、個々人で最も差が出ると考えられる速度変化にファジィ推論を用いることが有効だと考える。そのため、本章ではデジタルビデオを用いた調査・分析を行う。

オを用いた調査・分析を行う。

4-2 デジタルビデオによるデータの調査項目と調査方法

基本的にはアナログビデオの場合と調査項目に変化は無いが、新たに画面の前方・後方にそれぞれ2本の線を引き、各車両がそれぞれのラインに到達したフレーム数を記録する。これはデジタルビデオを用いたツールが1/30秒で車両間の車尾時間で観測でき、観測誤差が画面上の1%程度であることから、正確な速度変化を記録できることを活用する。これによりそれぞれの車両がお互いの速度変化にどのような影響を与えるかの分析が可能であると考えられる。

この調査に関する詳しい結果は発表時に示す。

5. まとめと今後の課題

本研究ではビデオ調査データをもとに、自動車の車種別の避走挙動を解析した。その結果として、本線走行車のブレーキの有無、本線走行車の後方に存在する追越車線走行車の車種別に避走挙動特性が異なることを明らかにした。

今後の課題として、車種別に見たシミュレーションモデルの構築を目指したが、サンプル数の制約上、追越車線走行車が大型車の場合のシミュレーションが構築できなかったことが挙げられる。

[参考文献]

- 1) 巻上安爾・松尾武：流入確率に基づく都市高速道路入路接続方式の評価について、土木学会論文集、第389号/IV-8, pp.93-101, 1988年1月
- 2) 喜多秀行・畠中康行：高速道路流入部におけるギャップアクセプタンス挙動の解析、第11回交通工学研究会発表会論文集、pp.9-12, 1991年10月
- 3) 大口敏・越正毅・桑原雅夫・赤羽弘和：ファジィ推論を用いた車両の追従挙動モデル、土木計画学研究・講演集、No.13, pp.221-228, 1990年11月
- 4) 巻上安爾・安達靖夫・末田元二：高速道路改築に伴う合流部の合流車線長について、土木学会論文集、第371号/IV-5, pp.133-142, 1986年7月
- 5) 皆本恭元・杉原良太郎・巻上安爾：都市高速道路における合流現象の解析、第15回交通工学研究会発表会論文報告集、pp5-8, 1995年11月
- 6) 巻上安爾・松尾武：多重合流を考慮した流入確立の算定方式について、土木学会論文集、第413号/IV-12, pp.87, 1990年1月
- 7) 巻上安爾・安達靖夫・末田元二：高速道路改築に伴う合流部の合流車線長について、土木学会論文集、第371号/IV-5, pp.133, 1986年7月
- 8) 水哲夫・三室徹・飯島雄一：走行支援システムの評価のための高速道路流入部におけるミクロ交通解析、第37回土木計画学シンポジウム論文集、pp.33, 2001年1月5日