

交通コンフリクトを対象とした合流挙動解析

The analysis of the join's action for the traffic conflict at the merging point

高山純一**・宇野伸宏***・飯田恭敬****・住友拓哉*****

by Jun-ichi Takayama**, Nobuhiro Uno***, Yasunori Iida **** and Takuya Sumitomo*****

1. 序論

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は、それほど大きな改善が見られない状況にある。これは、渋滞や交通事故を軽減するための、合流部の改良(ハード面での改善)には、かなりの資金が必要であり、用地買収等の問題から困難な状況にあることが原因の一つと考えられる。したがって、ハード面より容易に手を加えることの出来るソフト面での対策(例えば、ITSを活用した対策など)が今後必要になってくるといえる。

道路合流部における運転挙動に関するこれまでの研究は、合流部の設計基準を決定するためのものや、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様々な問題を解決するために、色々な方法が行われてきた。例えば、(1)アーラン分布を用いて流入確率を算定し合流挙動解析を行なう方法や(2)コンピューターによるシミュレーション技術の発達に伴う車両のミクロ的な挙動を明示し合流挙動解析を行なう方法、あるいは、(3)ギャップアクセプタンスモデルとして二項ロジットモデルを用いて合流挙動解析を行なう方法などである。しかし、これらの研究ではドライバーの運転メカニズム(例えばブレーキングのタイミングであるとか危険を回避するための避走行動)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言いがたい。

そこで、本研究においては様々なドライバーの運転メカニズムを複数複合することが可能なファジィ推論を用いることによって、ドライバーの熟練度等の曖昧な事象を取り扱うことにする。また、既存の研究ではあまり考慮に入れられてこなかった、合流車及び本線走行車の車種についても考慮に入れるつもりである。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ることにより、合流部における運転挙動を解析し、交通の円滑化・安全化を目的としたミクロ交通シミュレーションモデルの構築を行なう。

2. 合流部におけるコンフリクト発生状況のミクロ分析

2-1 調査地点と調査方法

調査地点としては、図 2.1 に示す国道 1 号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。撮影したビデオ画像からコンフリクト発生時の合流パターンを抽出し、それぞれのパターンにおける各関連車両の速度、ギャップ長、及び避走の有無などのデータを収集し、分析する。

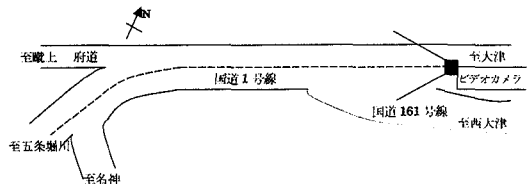


図 2.1 合流対象地域の略図

具体的な調査方法としては、国道 1 号線と国道 161 号線の合流地点における車両の合流状況を直接ビデオ撮影したものを分析する。まず、国道 161

*キーワード コンフリクト、合流挙動、メンバシップ関数

**正会員 工博 金沢大学工学部土木建設工学科 〒920-0942 石川県金沢市小立野 2-40-20 TEL076-234-4644 FAX076-234-4644 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 TEL075-753-5126 FAX075-753-5907 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 〒606-8501 京都府京都市左京区吉田本町 TEL075-753-5124 FAX075-753-5907 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 〒920-0942 石川県金沢市小立野 2-40-20 E-mail da69652@nihonkai.kanazawa-u.ac.jp

号線から国道1号線への合流車すべてについて、目視によってコンフリクトの発生や避走の有無、流入ミス等の合流部における交通渋滞や交通事故の発生要因になると考えられる必要事項をピックアップする。次に、各調査項目について個別に計測を行った。

2-2 データの調査項目

実際にビデオを見ることによって得ることのできる調査項目(分類)としては、1)本線走行車の減速挙動(コンフリクト)、2)本線走行車の避走、3)合流車の合流または見送りによる合流車線側への回避(合流ミス)、4)合流車の車線変更パターン⁴の4項目であるが、それぞれについて、5)車種の組み合わせを考慮する必要がある。

なお、コンフリクト、避走、合流ミスの三つについては2-3で詳しく定義する。本研究では、合流車の車線変更パターンを、四つ(①本線走行車線合流、②本線走行車線合流後に追越車線合流、③いっきに追越車線合流、④合流ミス)に分類した。

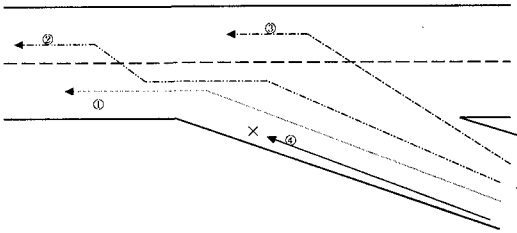


図 2.2 合流車の車線変更パターン

2-3 調査項目の定義

2-2で挙げた調査項目のうち、1)「コンフリクト」、2)「避走」、3)「合流ミス」についての本研究における定義を以下に示す。

「コンフリクト」とは、本線走行車、または合流車線走行車が明らかに減速し、徐行状態になるか完全に停止した場合、あるいは合流車線走行車が路肩走行した場合をいう。「避走」とは、本研究に用いたビデオテープで判明できる範囲で、なおかつ合流部先端までに本線走行車線上の走行車が本線追い越し車線に車線変更した場合をいう。「合流ミス」とは、合流車が合流車線上において徐行してしまう場合、あるいは路肩走行した場合(合流部先端で停止する場合を含む)をいう。以上をコンフリクト、避走及び

合流ミスの定義とする。

2-4 コンフリクトを対象とした交通流シミュレーションモデル構築のための基礎データ

ここまでは、実際の交通流調査としてビデオテープを見て視覚的に単純に判断出来るデータ(例えば、合流車の車種であるとか合流形態など)を、ピックアップする形で調査した。ここでは、視覚的に得られたデータ以外のデータ(例えば、車頭時間など)をコンフリクトシミュレーションモデル構築のための基礎データとして集計する。

交通コンフリクトを考慮した交通流シミュレーションモデルを構築するための基礎的な視点として、大きく二つの視点が考えられる。一つは(1)合流車についての視点であり、もう一つは(2)本線走行車についての視点である。

合流車についての調査項目としては、何番目のギャップに合流しているか、合流車が一番目のギャップに合流するか否かの判断基準、が考えられる。合流車が一番目のギャップに合流するか否かの判断基準を分析するために、本研究では数量化理論Ⅱ類を用いることにした。数量化理論Ⅱ類を用いるための説明変数としては、車頭時間や合流時間、2-2での調査項目である本線走行車や合流車の車種および合流パターン等を取り上げる。また何番目のギャップに合流しているかという調査項目は、車頭時間を計測するときと同時に進行で行なう。何番目のギャップに合流しているかという項目の調査方法は、車頭時間の計測を行なう時に、合流車一台ずつについて完全に合流が完了するまでビデオテープを見て、何番目のギャップに合流したかを調査する。

本線走行車についての調査項目としては、避走挙動の発生頻度、避走挙動の発生を説明できる要因、本線走行車が明らかに減速する条件、が考えられる。それらの調査項目を考察するためには、本線走行車の避走や本線走行車線走行車のブレーキの有無、本線追越車線走行車におけるブレーキの有無の発生状況を調べる必要があると考えられる。そこで2-2で調査したデータを利用する。

3. 合流部の車両走行特性に関するマイクロ分析

3-1 数量化理論Ⅱ類を用いた分析方法について

本研究における合流ギャップは、一番目、あるいは二番目のものが大半を占めており、一番目のギャップに合流したものの以外はすべて二番目に合流したものと考えられる。そこで、一番目に合流したか、二番目に合流したかを調べることにより、ドライバーの見送り・合流の判断メカニズムが考察できると考えられる。そこで見送り・合流を考察するために、目的変数及び説明変数を下記のように設定し、数量化理論Ⅱ類による分析を行った。目的変数を流入ギャップの番号とし、説明変数をそれぞれ本線前走車・後走車の車種、合流車の車種、合流パターン、車頭時間、後続の避走・本線走行車線走行車・本線追い越し車線走行車のブレーキの有無とする。

3-2 合流車の合流及び見送りの判断要因の分析

本研究では、ファジィ推論を用いて交通コンフリクトを対象とした交通流シミュレーションモデルを構築することを目標としている。ここでは、ファジィ推論のメンバシップ関数に用いることのできる項目(要因)を探するために、様々な項目について分析を行なった。分析結果の一例を表3.1に示す。

表 3.1 数量化理論Ⅱ類による分析結果

度数分布 アイテム	範囲	偏相関係数
前走車の車種	0.5396	0.3330
後走車の車種	2.3692	0.7744
合流車の車種	0.0934	0.0792
合流パターン	0.0493	0.0263
車頭時間	3.1654	0.8805
合流時間	0.7961	0.2550
避走の有無	0.2143	0.0942
走ブレーキの有無	0.1683	0.1377
追ブレーキの有無	0.0203	0.0047
	相関比	0.8319

表 3.1 から明らかのように、合流車が合流するか見送るかの判断に用いる判断基準としては、本線後走車の車種と車頭時間が大きな役割を占めていることがわかった。また、本線前走車の車種と本線走行車線走行車のブレーキの有無は、合流車が合流するか見送るかの判断基準として、ある程度の説明力を持っていることがわかった。しかし、合流車の車種と避走及び本線追越車線走行車のブレーキの有無は、合流車が合流するか見送るかの判断材料としては、あまり大きな影響を持っていないことがわか

った。

また、車頭時間間隔を変化させたり合流時間を説明変数に加え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よい結果を得られることがわかった。合流時間は、合流車が合流するか見送るかの判断基準にある程度用いられていることがわかった。

したがって、合流挙動解析を行なうためのメンバシップ関数に用いる項目としては、本線後走車の車種、車頭時間、合流時間等が適切であると思われる。次節では、本節で得た結果を基にメンバシップ関数の作成を試みる。

4. ファジィ推論を用いた合流挙動解析モデルの構築

4-1 モデルの構築方法

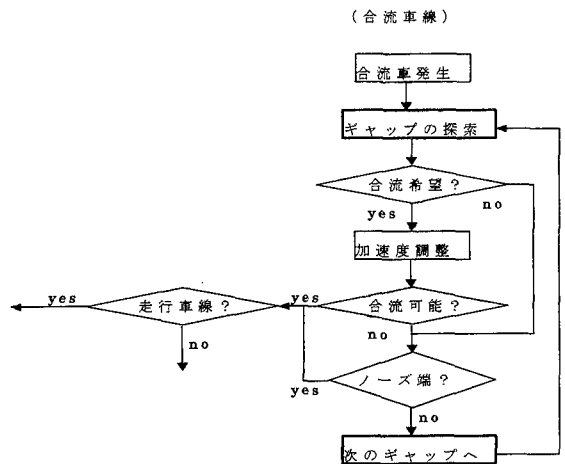


図 4.1 ドライバーの合流挙動の判断を示すフローチャート

本研究では、用いたビデオが合流部のもので合流車を中心に調査・分析を行った。そのため本研究では、図 4.1 のフローチャートの中で合流車線についての合流挙動解析モデルを構築する。合流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「ノイズ端?」という部分については、曖昧な自称ではなくノイズ端であるか否かということにより、はっきりと「はい」か「いいえ」の二つに分けられる。そのためファジィ推論を用いる必要はないと思われ

る。また、合流車が本線走行車線に合流するか本線追越車線に直接合流するかを判断する「走行車線？」という項目については、今回は直接追越車線に合流するケースを考えなかったため、省略することにする。

合流部における交通流シミュレーションモデルを作成するためには、織り込み挙動、合流挙動、本線走行車の避走、の三つの挙動を説明するモデルを構築する必要があるが、本研究では、主に合流挙動をモデル化し合流部シミュレーションモデルを作成する。

4-2 メンバシップ関数の作成

合流車が合流するか見送るかを判断するメンバシップ関数を作成するにあたって、数量化理論Ⅱ類により分析した結果から適正であると思われる項目（車頭時間・合流時間と合流車及び本線走行車の関係）を用いる。またメンバシップ関数は横軸を車頭時間あるいは合流時間とし、縦軸はメンバシップ関数であるので、度合いが縦軸となる。今回は合流車が見送った度合いを用いる。

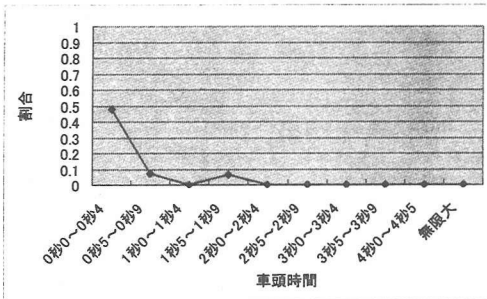


図 4.2 車頭時間を用いたメンバシップ関数の一例

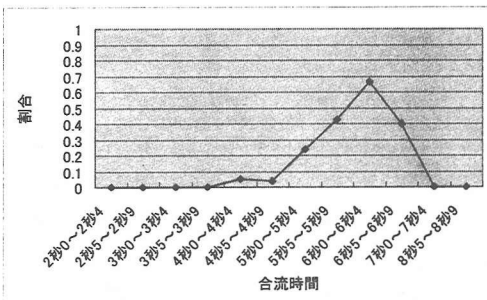


図 4.3 合流時間を用いたメンバシップ関数の一例

なお、合流者と本線走行車の関係には、本線走行

車として(1)後走行車のみが存在する場合、(2)前走行車のみが存在する場合、(3)前走行車・後走行車の両方が存在する場合の三つのケースが考えられるが、メンバシップ関数の作成にあたってはデータ数の関係から、(1)(2)の二つのケースを融合して、本線走行車が一台だけ存在する場合と、(3)の場合についてメンバシップ関数の作成を試みた。

作成したメンバシップ関数の一例を図 4.2 と図 4.3 に示すが、図 4.2 は横軸に車頭時間をとった場合であり、上記(3)の場合を示したものである。また、図 4.3 は横軸に合流時間をとった場合であり、全てのデータをまとめたものである。

5. おわりに

本研究では、ファジィ推論を用いた交通コンフリクトシミュレーションモデルの構築を目指す、これができれば、合流部における交通の円滑化・安全化を目的とした交通安全対策に利用できると考えられる。課題としては、モデル構造が複雑な非線形モデルとなるといったことなどが挙げられるので、今後はそれを考慮した分析を進め、より実用化につながるシミュレーションモデルに発展させたい。また、今回は織り込み及び本線走行車の避走を考慮に入れずに、合流部シミュレーションモデルを作成したので、さらにその二つも考慮に入れたモデルの作成をめざすことも必要である。調査段階で得た、車種のデータを有効に用いられなかったことも、今後の課題の一つである。

最後に、本研究で利用するビデオ調査のデータは建設省京都国道工事事務所・交通事故多発地点対策委員会が行ったものである。ここに記して、感謝したい。

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優先方式の評価について、土木学会論文集、第389号IV8、pp.98-101、1988年1月
- 2) 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分析、第15回交通工学研究会発表論文報告集、pp.5-8、1995年11月
- 3) 内山久雄：高速道路における工事の自動車車庫のミクロ的な合流種特性分析、土木学会論文集、第542号V32、pp.79-87、1996年7月
- 4) 喜多秀行・畠中康行：高速道路入口におけるギャップアクセプタンス挙動の分析、第11回交通工学研究会発表論文報告集、pp.9-12、1991年10月
- 5) 成波・藤岡健彦：ファジィ論理を用いたルールベースドライバモデルに関する研究、国際交通安全学会誌、Vol.24、No.2、1998年9月
- 6) 大工敏・越川敏・栗原健夫・赤羽弘和：ファジィ推論を用いた車庫の自覚挙動モデル、土木計画学研究所・講義集、No.13、pp.221-228、1990年11月