

移動座標系観測システムによる交通コンフリクトの個人差の分析*

Traffic Conflict Analysis on Individual Difference using Moving Coordinates Observation System *

村松慎也**・若林拓史***

by Shin-ya MURAMATSU ** and Hiroshi WAKABAYASHI ***

1. はじめに

ウィーピング多発区間や分合流部等の事故多発地点においては安全運転支援のためにドライバーに対して警告情報を発することが有効と考えられる。これは、ドライバーの操作・判断を支援するITS技術の1つに位置づけられる。さらに、この技術が開発され発展すればITSを構成する分野であるAHS(Advanced Cruise-Assist Highway System)となることが期待されている。

事故を未然に防止するためには、危険事象であるコンフリクトを事前に検知してドライバーに警告情報を発することが有効である。真に有効な警告を発するためには、自車両や周辺車両の位置や挙動を計測し、コンフリクトを的確に予測して危険指標とすることが重要である。

一方、コンフリクトが多発する地点において観測を続けると、車間距離はドライバーによって相当変化し、きわめて危険に見えるが事故には至らない追従走行も多く観測されることがわかってきた。つまり、ドライバーによって危険の認識に個人差がある可能性があることである。このため、本研究では観測車にカメラを搭載して走行し、コンフリクト指標にドライバーの個人差がどのように反映するかを観測することとした。

ドライバーの運転特性およびコンフリクトを把握するためには、歩道橋など地上にカメラを固定して撮影する定点観測（これを地上座標系と呼ぶ）と車載カメラによる移動観測（これを移動座標系と呼ぶ）が考えられる。両者を比較すると次のとおりである。地上座標系においては、

- 1) 大量の交通を観測できる結果、コンフリクトも多数観測できる。
- 2) ある特定の地点における不特定多数の車両の動きを観測できる。

一方、移動座標系においては、

- 1) ドライバー各個人の運転のクセを観測することがで

きる。このことにより、安全運転支援システムに個人差を反映できる学習機能を付与することができる。

2) 地上座標系では車対車の位置関係と運転操作の関係が不明確であった。これに対し移動座標系では事故発生メカニズムの解析および事故防止の手がかりが得られる可能性がある。

このように、コンフリクト分析には地上座標系、移動座標系それぞれ特徴があるが、上記したように地上座標系では研究の蓄積があるものの、移動座標系の研究はあまりなされていないようである。

本研究では、移動座標系によるコンフリクト分析を行う。今回この観測システムを使用して、複数のドライバーの運転挙動を分析した。それぞれ本人所有の車両に撮影システムを搭載し、走行映像を収集した。撮影は名古屋高速都心環状線を周回走行して行った。都市高速では追い越し時や、分合流部での車線変更時にコンフリクトが発生しやすいと考えられる。ドライバーの追い越し時や車線変更時の車両挙動や関係車両間の距離、コンフリクト指標を算出して、個人の運転特性の把握を行う。

2. 移動座標系によるコンフリクト観測の内容

本章では、移動座標系観測システムと車両位置の取得方法について述べる。移動座標系観測システムは4台のカメラで車両の前後左右を撮影している。各カメラを同期させ連続した車両位置を取得する。一連の車両の動きは複数のビデオに撮影されることもある。例えば、ある車両が観測車を追い越す場合を考える。最初は後方用カメラが追い越し車両を捉えているが、やがて追い越し車両は画面から消える。次に前方用カメラがこの車両を捉える。同期装置によって撮影タイミングが同一であるため同一車両の挙動が別々のカメラから解析することが可能となっている。

ここでは、複数のビデオに撮影した映像から一連の動きを取得する方法について述べる。

2.1 移動座標系コンフリクト観測装置

移動座標系観測システムは5台のカメラ、同期装置、録画用のビデオカメラで構成されている。写真-1のように車両の屋根に搭載した4台のカメラで車両の前後左右を撮影する。残りの1台はコンフリクト指標を算出する際に速度情報が必要なために、スピードメーターを撮影する。

* キーワード：交通流解析，交通事故，コンフリクト解析，移動座標系分析，ビデオ交通流解析

** 正会員 (株)アシュリーアソシエイツ(〒107-0062 東京都港区南青山7-8-1 小田急南青山ビル8F, TEL:03-5469-2869, FAX: 03-5469 2870)

*** 正会員 名城大学都市情報学部(〒509-0261 岐阜県可児市虹ヶ丘, Tel:0574-69-0131, Fax: 0574-69-0155)



写真-1 コンフリクト観測装置を搭載した車両



写真-2 交通流ビデオ解析システム

映像は別々のビデオテープに録画するが、1秒間に約30コマ(29.97コマ/秒)撮影する対象の時刻がすべてのカメラで同一となる必要がある。そこで同期装置に接続してシンクロさせた連続的の画像を取得する。これにより、カメラを搭載した車両の周辺の移動物体の座標を連続的に取得することが可能になる。

映像から平面座標を取得するために写真-2に示す交通流ビデオ解析システム¹⁾を利用する。交通流ビデオ解析システムは、パソコンに取り込んだ映像をコマ送り再生して画面上で物体の動きをマウスで追うことによって、対象物の位置情報を記録することができる。

3. コンフリクト指標の定義

コンフリクト指標を用いることで、対象となる交通コンフリクトがどの程度の危険性を有しているか客観的かつ定量的に判断することができる。算出された数値を基に、ある閾値を超えたときに警告を発するなどによって事故防止を図ることが可能と考えられる。本研究で使用したコンフリクト指標を以下に示す。

(1) TTC指標²⁾

Hayward(1972)によって提案された指標である。この指標は2台の車両が回避行動を伴わない場合、その時点にお

ける速度と進行方向を維持したまま進行すると、何秒後に衝突するかを表す指標である。最大値は無限大で最小値は0秒である。

(2) PET指標³⁾

Allenら(1978)によって提案された指標である。この指標は先行する車両1がその時点で占有している場所を衝突可能性地点とし、車両2がその地点に到達するまでの時間で定義される。

(3) PTTC指標⁴⁾

若林ら(2002)によって提案された指標である。上記のTTC指標では車間距離が極めて接近しながら2台の車両が追従する危険な状況でも算出されない。先行車の進行方向が変化しないで速度変化が生じた場合に、後続車はその時点における速度と進行方向を維持したまま進行すると衝突するまでにかかる時間で定義される。

4. コンフリクト指標算出とドライバー間の比較

本章では2名のドライバー(ドライバーA, ドライバーBとする)の2回分の走行データをもとにした分析結果を述べる。ドライバーには特別なことを意識しないように普段どおり走行するように依頼し、追い越しなども自らの意思で行った2名のドライバーの運転特性を把握するために、関係車両間の距離とコンフリクト指標を算出した。

4.1 撮影場所の概要

撮影は名古屋高速環状線を約1時間、数周走行して行った。図-1に路線図を示す。出入口、環状線外への分流、環状線への合流箇所がいくつあり、比較的交通量も多い。また、行き先によっては合流部付近で必ず車線変更(ウィーピング)をしなければならない状況がある(例えば丸の内入り口から流入し2号線四谷・高針方面へ行く場合である)。

4.2 車両の位置関係の比較

車両位置の特定は前章で述べた方法で行った。撮影は各ドライバーとも2回行った。解析に利用した映像はドライバー自らが車線変更した場合のみに限定した。図-2の左図はドライバーA、図-2の右図はドライバーBによる運転時の0.2秒毎の車両の位置関係を示している。原点の四角部分は、観測車の占有範囲を示している。これらの図は撮影時間内に行われた複数回の追い越し時、合流時の観測車と周辺車両との位置関係を1枚にまとめたものである。図-2の左右の図を比較すると、観測車と前方を走行する車両との間隔が、ドライバーAは、ドライバーBに比べて若干狭い傾向がある。

図-3.4は、観測車と周辺車両との車両間の距離を示す。横方向距離が0のときは同一車線を走行しているから一般にいう車間距離を表している。

図-3は前方を走行する車両との横方向距離が0のとき

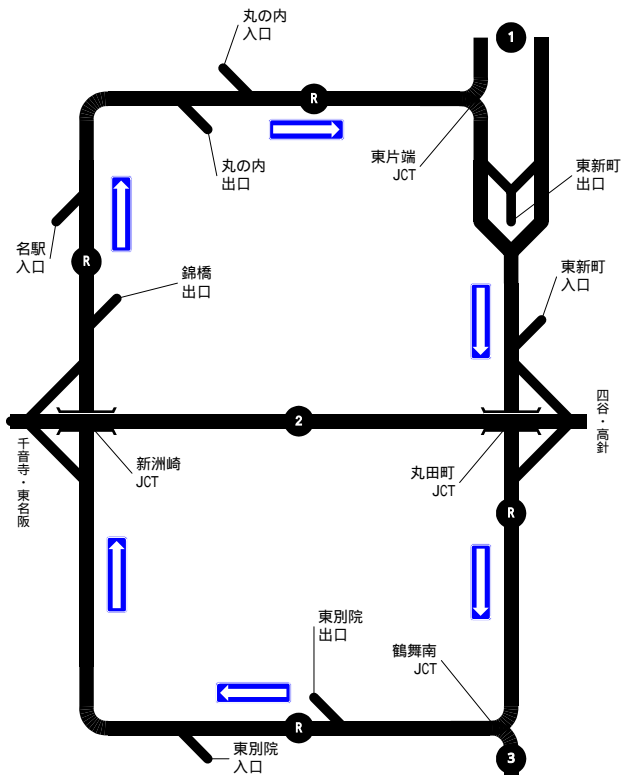


図-1 名古屋高速道路都心環状線の路線図

の縦方向距離の最小値を示す。前方車両との間隔（車間距離をドライバーAとドライバーBと比較すると、ドライバーAの方が小さい傾向がある。ドライバーAは撮影2回目の車間距離の方が他の撮影時に比べより間隔が小さい傾向がある。これは、若干混雑していたので、その影響が現れたものと考えられる。混雑中での車線変更の場合、前方車両との間隔が全体の傾向より小さな値となる。

図-4は後方を走行する車両との横方向距離が0のときの縦方向距離の最小値を示してある。後方車両との車間距離はドライバーBと比べドライバーAのほうが小さい傾向がある。

4.3 コンフリクト指標算出と比較

ここではPET, TTC, PTTC指標の算出を行った。図-5にはPTTC指標の算出された最小値を示した。指標の算出は、4.2と同様に撮影時間内に行われた追い越し、合流について行った。指標の算出は観測車とその前方を走行している車両間で行った。指標は0.2秒毎に算出している。

TTC指標は算出されないケースがありドライバー間の比較ができなかった。TTC指標の定義上、追従していても前方車両の速度が速かったり、遅くても速度差が小さければ算出されない。

PET指標は観測車が前方車両を追従している際には必ず算出されている。PET指標の定義が前方の車両がその時点で占有している場所へ、後方車両がその地点に到達するまでの時間なので、小さな値で算出されている。PET

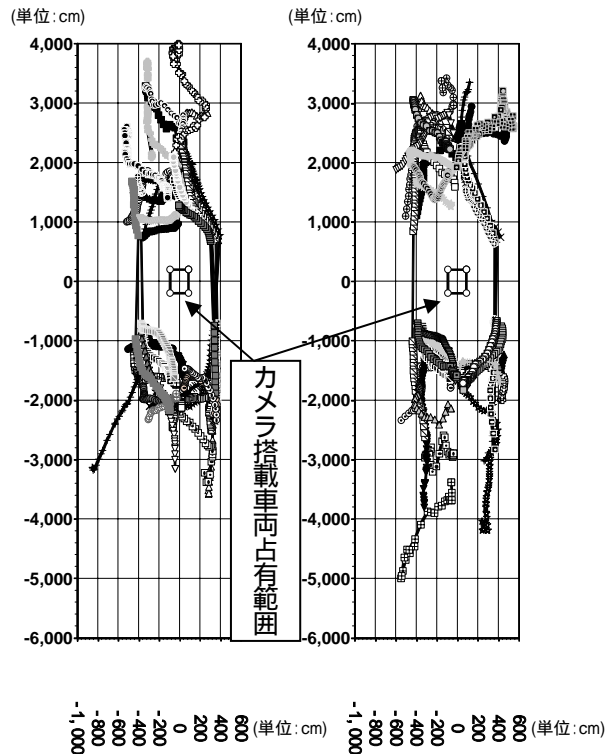


図-2 0.2秒ごとの車両の位置関係の変化
(左図：ドライバーA、右図：ドライバーB)
原点上の四角がカメラ搭載車両の占有範囲

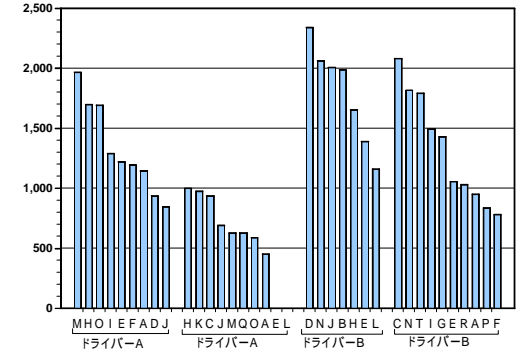


図-3 横方向距離が0のときの
前方車両との縦方向距離の最小値
(アルファベットは前方車両の記号を示す)

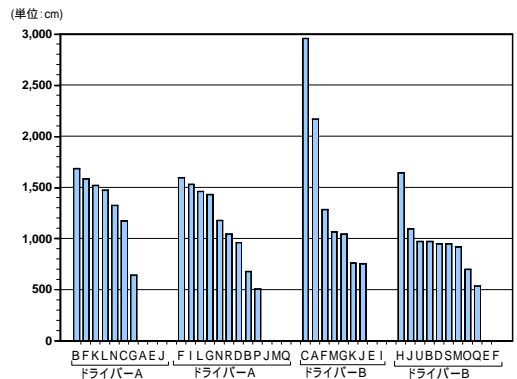


図-4 横方向距離が0のときの
後方車両との縦方向距離の最小値
(アルファベットは後方車両の記号を示す)

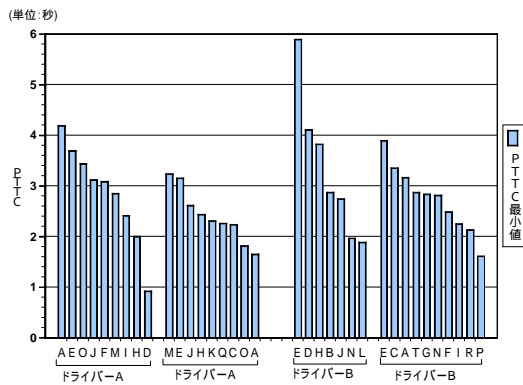


図-5 PTTC 指標の最小値

指標は同じケース内での値の変動の幅が小さくなっている。

ドライバーAの一連のPET指標は、0.3秒から1.7秒程度の間で算出されている。小さな値で算出されたケースの中には分流部が近く車線変更の必要があったために小さな車間距離でも合流した可能性がある。ドライバーBの一連のPET指標は、0.4秒から1.6秒の間で算出されている。PETの最小値を比較すると、大きな差は見られない。値が小さく、個人差が目立ちにくいと考えられる。

TTC指標とは異なり、PTTC指標は、前方車両が減速した場合、何秒後に衝突するかで定義されているために、追従状態でも算出することができる。他の指標に比べ一つのケース内で値の幅が大きくなった。

ドライバーAの一連のPTTC指標は、2秒から4秒の間に集中している。ドライバーBの一連のPTTC指標も概ね2秒から4秒の間に集中している。最小値を比較すると(図-5)、ドライバーAの方がPTTC指標が小さい。つまり、Aの方が車間を詰めて走行する傾向があるといえる。このケースではドライバーAとドライバーBの間には若干の差が認められるといえる。

ここで、PTTC指標等で「コンフリクト」とみなせる基準を見出したいが、この値はドライバーによって異なり、リスク選好的(交通心理学ではリスク敢行的)(risk taking)ドライバーとリスク回避的(risk averse)ドライバーとでは異なるものと考えられる。そのドライバーが普段行っている運転操作かどうかを警告の判断とすることが考えられるが、現況ではデータが少なく、今後の解

析ケースの蓄積を待ちたいと考える。個人差があれば、ITS安全支援システムに学習機能が必要となると考えられるからである。

5. まとめ

本論文では個人の運転特性を把握して、コンフリクト分析を行うために移動座標系観測を行った。移動座標系観測システムを用いて連続した車両位置の特定と関係車両の間隔、コンフリクト指標を算出した。

- (1) 移動座標系観測システムによるコンフリクト観測方法について述べた。複数台のカメラの撮影によって車両周囲の状況を把握することができる。これによって、個人の運転特性を把握した上でコンフリクト観測ができる。
- (2) ドライバーAの撮影時の交通状況は撮影1回目と撮影2回目では2回目のほうが混雑していた。2回目は1回目に比べ車間距離が狭く、コンフリクト指標も小さな値が算出された。コンフリクト指標に混雑状況など交通状況を反映する必要が考えられる。
- (3) 車線変更などの運転行動は、ドライバー自身の判断で行った。したがって、ドライバーは車線変更しても問題ないと判断して行動している。前方車両との間隔はドライバーAのほうが若干狭く、後方車両との間隔はドライバーBのほうが若干狭い傾向がある。
- (4) 車両にカメラを搭載することによって、ドライバーに対する心理面での影響を与えている可能性がある。
- (5) 今後の課題としては、観測ケースを増やしリスク回避とリスク選好の行動の差を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 若林拓史・小島紀之・大石 理：交通流ビデオ解析システムの開発と交通コンフリクト解析への適用，土木計画学研究・論文集，Vol.19, No.4, pp.765-775, 2002.
- 2) Hayward, J.C. (1972). Near-miss determination through use of a scale of danger. Highway Research Record, 24-34.
- 3) Allen, B.L., Shin, B.T. and Cooper, D.J. (1978). Analysis of traffic conflicts and collision. Transportation Research Record, 677, 67-74.
- 4) 若林拓史・高橋吉彦・新見栄治・蓮花一己：交通流ビデオ解析システムを用いた交通コンフリクト分析と新しい危険度指標の提案，土木計画学研究・論文集，Vol.20, No.4, pp.949-956, 2003.