

CG 室内実験による車両間コンフリクトの主観的評価分析

A Subjective Analysis of Traffic Conflict between Vehicles by Laboratory-like Experiment using CG*

宇野伸宏**・飯田恭敬***・賓 美營****・田中孝史****

By Nobuhiro UNO, Yasunori IIDA, Mi-Young BIN and Takashi TANAKA

1. はじめに

道路利用者の意識も考慮した形でのサービス水準評価指標を考究するための一つの試みとして、本研究では車両間コンフリクトについて、走行車両に乗車中の評価者の視点から分析を試みる。そのため、車両間のコンフリクトに関するCG(Computer Graphics)を被験者に刺激として提示し、主観的な危険度評価の回答を求める室内実験手法を考案する。

本研究では、交通錯綜部において被験者が乗車している車両の前に車線変更車が進入する場面を想定し、走行速度・相対速度・車間距離等を体系的に変化させた複数ケースのCGアニメーションを用いて室内実験を行う。実験データに対する基礎的分析を通して、本研究で提案した実験手法の妥当性について検討するとともに、車種や被験者の視点の違いが主観的危険度評価に及ぼす影響について分析する。

2. コンフリクト評価の考え方とCG実験

(1) コンフリクト評価の考え方

交通コンフリクトの分析方法としては、従来、1)路側からの主観的評価、及び2)定量的指標による客観的評価が広く用いられてきた。前者は観測される車両挙動別に予めコンフリクトの基準を定めておき、その基準に従い、交差点や合流・織込み部等の交通錯綜部の路側に配置された調査員が、観測されたコンフリクトの程度を主観的に判断する方法である¹⁾。この方法に対しては、調査員間でのコンフリクト評

価にばらつきが生じ、異なる調査地点・時点間での比較分析には適さないとの批判も提示されている。後者は錯綜部の交通挙動に関するビデオデータ等から車両走行軌跡データを抽出し、潜在的衝突危険性を示す定量的指標であるTTC(Time to Collision)²⁾、PICUD(Possibility Index for Collision with Urgent Deceleration)³⁾等を算定し、コンフリクトの程度を客観的に評価する方法である。かつてはデータ入手に困難が伴ったが、画像処理技術の進展・普及により、最近では客観的コンフリクト評価手法の適用は容易になってきている。

一方、上記の1)及び2)の評価方法ともに、関係車両に乗車中の人(運転者、同乗者)の視点から潜在的な衝突危険性を評価したもので無いことは自明である。今後道路利用者の意識も考慮した形で、交通サービス水準を評価を試みるためにも自動車利用者の視点からのコンフリクト分析も必要と考えられる。

(2) CG実験の特徴

本研究では、被験者に対する刺激として車両間コンフリクトに関するCG(Computer Graphics)画像を提示して、室内実験形式(以降、「CG実験」と略記する)で利用者(同乗者)の視点からの危険度評価データを収集する。本研究のねらいに即して、CG実験適用の利点を整理すると次の通りとなる。

- 1) 被験者の評価・意識データの入手が容易。
 - 2) 走行条件を分析者側で容易に設定可能。
 - 3) 被験者の評価視点の切替が容易。
 - 4) 主観的評価と客観的評価の関連づけが可能。
- 一方、CG実験の問題点は次の通りである。

- 1) 被験者の回答の現実性・信頼性の点が不明確。
- 2) 車両挙動がCGではデフォルメされるため、CG実験における客観的評価指標は、実交通環境における妥当な値とは異なる。

* **Keywords:** 交通流, 交通安全, 交通計画評価, ITS

**正員 博士(工) 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻
(〒606-8501 京都市左京区吉田本町, Tel: 075-753-5126, FAX: 075-753-5907)

*** 正員 博士(工) 京都大学大学院工学研究科都市社会工学専攻

**** 正員 博士(工) 京畿研究院・韓国

***** (株)修成建設コンサルタント

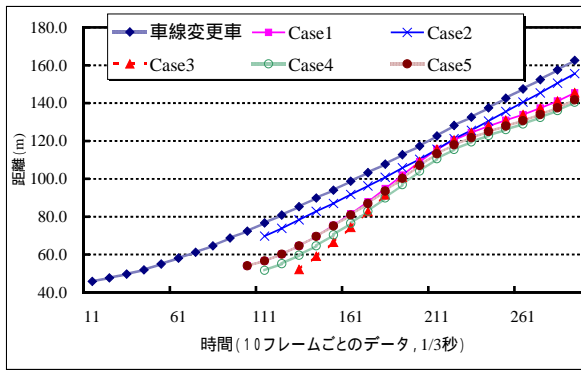


図-1 走行条件の設定

表-1 評価視点・車種・走行条件の組合せ

評価者の視点	乗用車乗車中		俯瞰視点	大型車乗車中
	乗用車	大型車		
車線変更車	A	B	C	D
走行条件	A-1	B-1	C-1	D-1
1	A-2	B-2	C-2	D-2
2	A-3	B-3	C-3	D-3
3	A-4	B-4	C-4	D-4
4	A-5	B-5	C-5	D-5
5				

本研究では利点 1)~3)を重視し、CG 実験を適用する。なお利用者行動に関わる室内実験では、基本的に観測値の絶対評価は困難であり、実験ケース間の比較分析に基づき、利用者行動や意識に設定要因が及ぼす影響を評価することとなる。すなわち走行条件や視点・車種の異なる実験ケースを準備し、そのケース間の比較を中心に分析を進めることとする。

3. CG 実験の設計

(1) 実験条件の設定

CG 実験で想定する走行場面は、被験者が乗車している車両（受入後方車）の前方に車線変更車が進入する場面とする。被験者の危険度評価への影響要因の候補として、走行速度・相対速度・車間距離が考えられる。本研究では、コンフリクト程度が異なる走行条件の設定のため、車線変更車の動きは固定し、受入後方車の走行軌跡を調整する。本研究で設定した走行条件は、以下に示す 5 条件である(図-1)。

走行条件 1：基本ケース。

走行条件 2：車線変更車と受入車線後方車の相対速度は 0 で、かつ車間距離が小さいケース。

走行条件 3：受入車線後方車が急接近する（受入後方車の走行速度が相対的に大きい）ケース。



図-2(a) CG の例（車線変更車が乗用車）



図-2(b) CG の例（車線変更車が大型車）

走行条件 4：基本ケースに対して車間距離を 5m 増加させたケース。

走行条件 5：基本ケースに対して受入後方車の速度を 5% 減じたケース。

基本ケースと比較して走行条件 2 及び 3 は被験者の危険度評価が相対的に厳しくなり、走行条件 4 及び 5 は逆に危険度評価の緩和されることが期待される。

本研究では CG の特性を活かして、上記の走行条件の下で被験者の視点（乗用車乗車中・大型車乗車中・俯瞰視点）ならびに車線変更車の車種（乗用車・大型車）を変化させて、表-1 に示す合計 20 通りの CG を設計した。この CG 画像の種類と対応づけて、参加被験者が異なる 3 種類の実験を実施した。

実験 では、乗用車視点での評価として、上記 5 種類の走行条件 × 車線変更車 2 車種（乗用車・大型車）の合計 10 通りの CG について、危険度評価に関する回答を求めた。実験 では車線変更車は乗用車とするが、被験者の評価視点を乗用車ならびに大型車に乗車中の視点として、10 通りの CG について回答を求めた。実験 では評価視点を乗用車乗車中と俯瞰視点として、10 通りの CG に対する危険度評価を問うた。作成した CG の一例として、車線変更車が乗用車と大型車の走行場面の 1 シーンを図-2 に

示す．なお本研究では実験 及び のデータを対象に分析を行う．いずれの実験でも，10 通りの CG を提示する順番は 乱数を発生させてランダム化した．

(2) CG 実験の手順

CG 実験は，データ収集の効率化ならびに被験者の回答に関わる疲労の軽減などを図るために，パソコン上に構築した実験システムを利用して実施した．被験者にある走行条件の CG 画像を提示した後に，概ね次の順序で回答を求めた．

- 1) CG 画像に対する危険度評価
- 2) CG の走行場面を危険と感じた時点
- 3) CG の走行場面を危険と感じた主な理由

上記の回答を CG (走行条件) ごとに，PC 上の入力画面を通して繰り返し回答することを求めた．危険と感じた主な理由については，a) 相対速度の大きさ (車線変更車への接近が急)，b) 車間距離が不十分，c) 前方の見通しが不十分，d) 車線変更車の挙動が急の 4 選択肢を設けた．提示した CG に対する危険度評価の回答が終了した後に，日常的な運転行動や個人属性に関する設問にも回答を求めた．

(3) 実験設計の妥当性検証

ここでは，実験設計の妥当性検証の一環として，3(1)で示した走行条件が被験者の危険度評価の回答に有意な影響を与えているか否かを分析する．実験を対象に被験者の危険度評価を特性値として，走行条件及び車種を要因とする分散分析を行った (表-2)．走行条件，車線変更車の車種とも 1% 有意となっており，これらの要因が被験者の回答に影響を及ぼしていると考えられる．とりわけ，走行条件の差異が被験者に認識されていると推測され，5 通りの走行条件の設定は妥当であったと考えられる．

表-2 危険度評価を特性値とした分散分析

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値	判定
走行条件(A)	64.52	4	16.13	67.21	0	1%有意
車線変更車の車種(B)	3.14	1	3.14	13.07	0	1%有意
A × B	1.14	4	0.29	1.19	0.32	非有意
誤差	57.6	240	0.24			
全体	126.4	249				

4. 実験結果に対する基礎的分析

(1) 車線変更車の車種と危険度評価

ここでは車線変更車の車種と被験者の危険度評価の関係について，実験 のデータ (被験者数 25 名) を用いて分析する．図-3 は走行条件別の危険度評価の集計結果である．車線変更車が乗用車の集計結果を(a)に，大型車の結果を(b)に示す．図-3 より車線変更車の車種にかかわらず，受入後方車が車線変更車に急接近する走行条件 3 に対する危険度評価が厳しくなり，基本ケースに対して安全側の条件として設定した走行条件 4 及び 5 に対する危険度評価は，相対的に緩くなる (極めて危険であるという回答が非常に少ない) 傾向にあることが分かる．また，車線変更車が大型車の場合が，乗用車の場合と比して相対的に危険度評価が厳しくなる傾向が認められる．

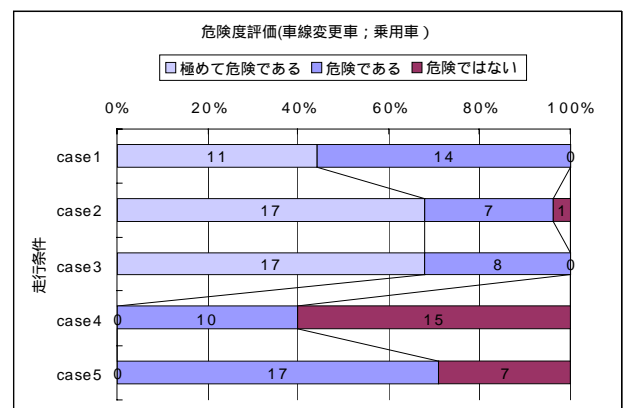


図-3(a) 主観的危険度評価 (車線変更車：乗用車)

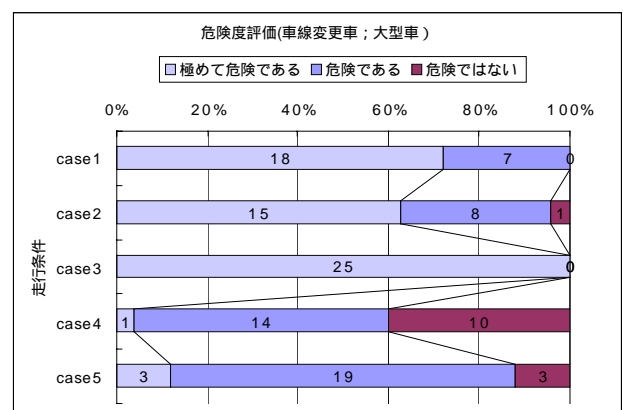


図-3(b) 主観的危険度評価 (車線変更車：大型車)

(2) 被験者の視点と危険度評価

実験 のデータ (被験者数 24 名) に対して，図-3 同様の集計分析を行った結果を図-4 に示す．走行条件 3 に対する危険度評価が最も厳しく，走行条件 4 及び 5 に対する危険度評価が相対的に緩くなるとい

う傾向は、実験 と共通である。実験 では被験者の評価視点を乗用車と大型車の2種類としている。この評価視点の影響を図-4に基づき考察する。大型車視点の場合に相対的に危険度評価が厳しくなる傾向にある。これは車線変更車との車間距離が物理的に同じでも、大型車視点の方が乗用車視点よりも車間距離が小さく見える様な画像であることが影響していると考えられる。CG 画像の見せ方の点で、検討の余地が残されている点を示唆したものと云える。

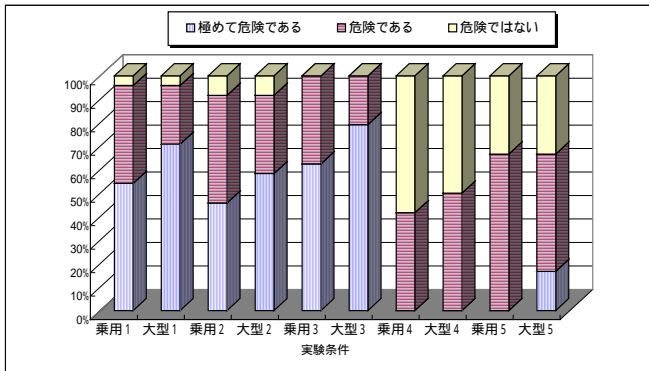


図-4 主観的危険度評価(乗用車視点と大型車視点)

(3) 危険度評価に対する個人間の差異

本研究では、交通錯綜部におけるCGを利用した室内実験手法を採用しており、非常に限定された情報の下で被験者は車両間コンフリクトに対する主観的危険度評価を回答することを求められる。このような状況下で、危険度評価に対する被験者間の多様性がどの様な形で現れるかについて分析する。

ここでは実験 における、被験者一人当たり10通り(5走行条件×2視点)のCGに対する危険度評価データを対象として、クラスター分析を適用した。ウォード法によりクラスター間の距離を定義して分析した結果を、図-5に示す。図-5より被験者の危険度評価の回答パターンにより、概ね3グループに分類されることが分かる。紙幅の制約のため、3グループ別の危険度評価の集計分析の図は講演時に示すこととするが、図-5に示すグループ1は危険度評価が全般的に緩いグループ、グループ2は危険度評価が全般的に厳しいグループ、そしてグループ3は危険度評価にメリハリがかったグループと意味づけることができる。今後、日常的な運転特性や個人属性等の要因が、上記の危険度評価の差異に及ぼす影響についても分析を試みる。

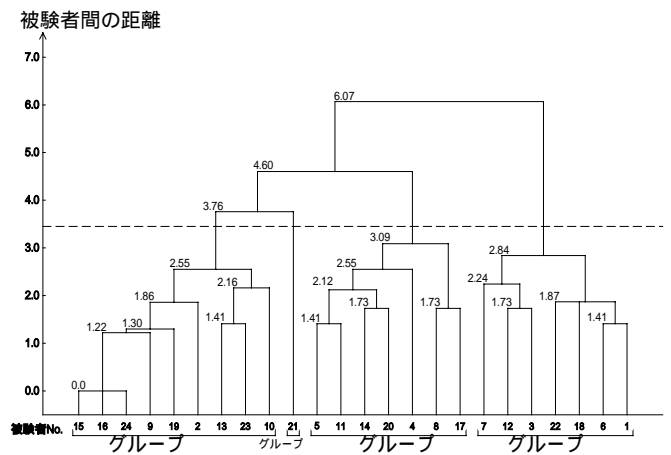


図-5 危険度評価に対するクラスター分析

5. おわりに

本研究では、走行車両に乗車中の被験者から見た、車両間コンフリクトに対する主観的な危険度評価データを収集する方法として、CGを利用した室内実験を実施した。車間距離・相対速度の点で異なる5通りの走行条件を設定したが、この走行条件の差異は被験者の危険度評価に有意な影響を及ぼしており、実験設計の妥当性が確認された。また、被験者の回答に対する基礎的分析の結果、車線変更車が大型車の場合の方が、全般的に危険度評価が厳しくなる傾向が見出された。

今後の研究課題としては、実験データに基づく主観的危険度判定モデルの構築、危険度評価と被験者属性・運転特性との関係分析、および被験者属性の一般化を挙げておくことが必要と考えられる。

謝辞：本研究の遂行にあたり、土木計画学研究委員会・道路利用の効率化及び環境負荷削減のためのITS研究小委員会より多大なるご支援をいただいた。記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) Perkins, S.R., & Harris, J.L.: Traffic conflict characteristics-accident potential at intersections, Highway Research Record, No. 225, pp.35-44, 1968.
- 2) Hayward, J.C.: Near-miss determination through use of a scale of danger. Highway Research Record, No. 384, pp. 24-34, 1972.
- 3) 飯田恭敬・宇野伸宏・井坪慎二・菅沼真澄：織込み部におけるコンフリクト分析と車線変更のモデル化，第24回土木計画学研究発表会講演集，CD-ROM，2001