

# 混合交通における二輪車の交通安全対策評価のための 交通シミュレーションに関する基礎的研究

土木計画学分野 稲垣 具志

## 1. はじめに

わが国では、高度経済成長期のS45年に史上最高の交通事故死者数を記録した後、死者数は着実に減少しているにもかかわらず、交通事故件数、傷者数はともに増加し続けており、依然として厳しい状況にある。また、世界各国の二輪車保有率を比べると(図-1)、日本はマレーシア、タイ、イタリアについで多く、10人に1人以上が二輪車を保有しており世界の中でも二輪車の混入率が高い状況にある<sup>1)</sup>。つまり二輪車の混入率の高いわが国の混合交通社会の中では、二輪車の事故件数の増加も無視することはできない。そこで、二輪車の交通安全対策として交差点付近における路肩の縮小により二輪車と乗用車との並走をなくし交差点での右直コンフリクトを防ぐといった道路施設整備面における対策が行われている。ところが、これらの対策を事前に評価するツールは確立されていない現状がある。

二輪車は交通量の上では、1回あたりの走行キロが短く、保有台数に比してそれほど目立った存在とはなっていないことから、二輪車に関する研究はあまり行われていない。二輪車の混入率の高いわが国において自動車全体の交通事故発生件数が増加している背景を踏まえるならば、二輪車が関与する事故についてこれまで以上に関心がよせられなければならない。

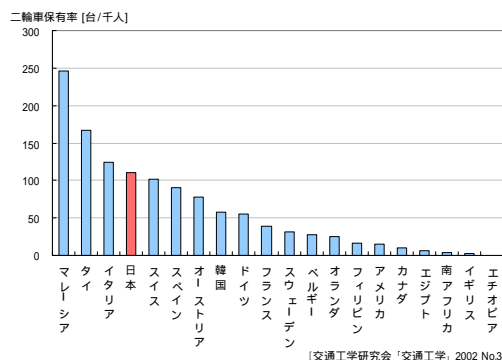


図-1 世界各国の二輪車保有率

そこで、交通シミュレーションによる混合交通の再現により代替案の安全性を評価することができれば、非常に汎用性の高いツールとして社会的価値は高い。本研究

では、わが国の混合交通の中での二輪車に対する交通安全という側面からのアプローチとして、二輪車の混入率の高い実道路空間での混合交通における問題点を抽出する。そして安全対策の評価ツールとしての交通シミュレーションを構築することを最終目的として、その初期段階として新たなポテンシャルモデルを提案し、そのモデル式のパラメータを推定した。

## 2. 交差点流入路における二輪車走行挙動

### (1) 調査の目的と方法

まず、モデル化のための基礎データを得るために、二輪車が関わる危険錯綜状況を類型別に抽出、分類し、それぞれの状況下における二輪車の挙動パターンを把握する。そこで、二輪車事故が発生しやすい道路形状である交差点内および交差点近傍で発生する錯綜状況とそれに起因する二輪車の走行挙動の状況を捉えることを目的とした調査を行った。調査場所の概略図を図-2に、調査概要を以下に示す。

調査地点：神戸市東灘区国道2号線御影中前交差点東向き流入路。

調査日時：平成15年10月22日(水)、27日(月)、29日(水) 10:00~12:00(AM)、15:00~17:00(PM)の各2時間ずつ、計12時間。

表-1 調査日時と調査地点の交通量

	時間	交通量		
		二輪車	乗用車	合計
10/22	AM 10:00-12:00	137	2237	2374
	PM 15:00-17:00	179	2248	2427
10/27	AM 10:00-12:00	138	1930	2068
	PM 15:00-17:00	192	2246	2438
10/29	AM 10:00-12:00	139	1917	2056
	PM 15:00-17:00	161	1703	1864
合計		946	12281	13227

単位:[台]

調査ではビデオカメラによる現地観察を行った。図-2のように約70mの東向き流入路部分全体の状況を詳細に把握するために対象区間を4分割しそれぞれ1台ずつ、また交差点での東から北への右折車を撮影するために1台を、沿道ビルの10階に設置した。

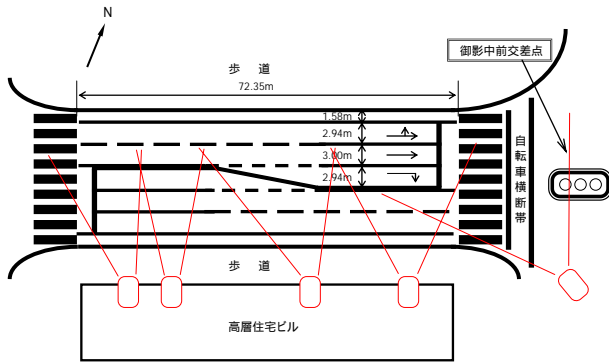


図-2 調査場所の概略とビデオカメラの設置位置

二輪車混入率は、午後の方が高く約 8%であった。保有率が約 10%であることを考慮すれば高い混入率と判断でき、混合交通流を解析する対象としては妥当な値である。

### (2) 危険錯綜の抽出と挙動類型の分類

調査で得られた画像から危険と思われる錯綜を抽出し分類した。

- ・ 交差点内での右直錯綜 (4 件)
- ・ 乗用車の追い越し・追い抜きによる錯綜 (2 件)
- ・ 路上駐車車両回避による錯綜 (2 件)
- ・ すり抜けによる錯綜 (1 件)

これらの錯綜は様々な要因が組み合わされて作られる。そのうちモデル化の対象として相応しい車両の挙動類型の候補を図-3 のように分類した。

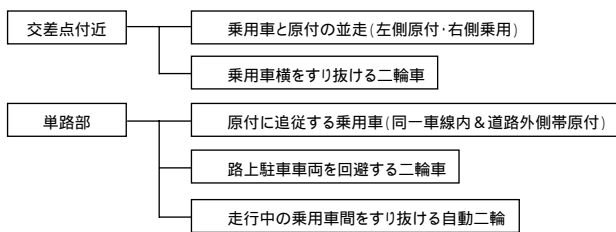


図-3 車両挙動類型の分類

本研究では、分類された車両挙動のうち、今まであまりアプローチされていない二輪車の挙動のみを対象を絞り、その中でも保有台数、混入率の高い原付の走行挙動(、)について考えることとした。と の挙動について挙動の概要をまとめ観測車両数を比較すると、 が 30 台、 が 192 台であった。本研究では 乗用車のすり抜けよりも観測車両数が多く、多様な種類のある路上駐車車両の回避についてモデル化を試みる。

## 3. 二輪車運転挙動のモデル化とポテンシャルモデル理論

### (1) 心理的抑圧ポテンシャルの必要性

現在マイクロシミュレーションで用いられている横方向移動モデルでは、横方向への移動の可否や実行タイミ

ングのみを評価して隣接車線に瞬間的に飛び移るような簡略化した表現が多い。また、直進走行を表現する進行方向移動モデルは同一車線内での横方向のずれを無視して車両前後のみの状況から車両の移動を決定するものである。これらの取り扱いは乗用車に関しては妥当ではあっても、同一車線内の走行位置によって挙動が異なる二輪車には適応が難しく、新たなモデルの必要性が見出される。

走行時に運転者が周囲から受ける影響は、その影響因子(他の走行車両、障害物など)からの心理的抑圧であり、その抑圧は影響因子に対して運転者が感知する危険度であるといつてよい。運転者はその危険度なるべく小さくなるように(逆に言えばより安全なところへと)走行位置を決めながら車両を制御すると考えられる。すなわち運転者に対する道路空間内の危険度が表現できれば、それによって車両の走行挙動が再現できるということである。そこで本研究では新たなモデルである「ポテンシャルモデル」を提案する。

### (2) ポテンシャルの定義と車両挙動の記述

運転者が周囲の状況に対して感じる危険度、すなわち心理的抑圧を表す指標として「心理的抑圧ポテンシャル」(以後「ポテンシャル」と記す)を定義する。運転者は車両が他の車両や障害物などに近づくほど危険と感じるため、ポテンシャルは徐々に高くなると考える。

例として二輪車が路上駐車車両を回避する状況を考える(図-4)。あるライダーが路上駐車車両の横を通過するときの路上駐車車両までの側方間隔  $d$  は時によってさまざまな値をとる。ここで同じ条件で何度も通過した場合、 $d$  が図-5 に示したヒストグラムのように分布すると仮定する。 $s$  は通った回数中最も多い位置から路上駐車車両までの側方間隔であり、これを「標準走行位置」と定める。 $d$  が  $s$  よりも小さくなると走行位置は路上駐車車両により近づくことになるので、危険度が増すと同時に走行位置の条件が厳しくなり確率密度関数の傾きは急勾配になると思われる。逆に、 $d$  が  $s$  より大きいときは走行位置が路上駐車車両から遠ざかるため自由度が高く、傾きは緩やかになる。

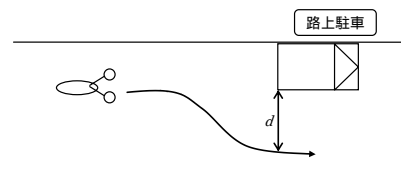


図-4 路上駐車車両回避の例

上述の通り、ポテンシャルは路上駐車車両に近づくにつれて高くなるので、図-5 を右側から累積した曲線がポテンシャルの形(図-6)として与えられるものとする。

図-5 のヒストグラムがその形状からして対数正規分布に従うと仮定すると、ポテンシャルモデルのモデル式は、その生存関数に基づいて、

$$f(d) = \kappa \left\{ 1 - \Phi \left( \frac{\log d - \mu}{\sigma} \right) \right\} \quad (1)$$

ただし  $\kappa$ ,  $\mu$ ,  $\sigma$ : パラメータ

$\Phi(\cdot)$ : 標準正規変数の累積分布関数

と書くことができる<sup>2)</sup>。 $\kappa$ は他車両の車種などの属性によって定まるパラメータである。ポテンシャルは、車両の速度、走行位置、車種、運転者の年齢、性別、免許保有年数といった個人属性などの要因によって変化するため、 $\mu$ と $\sigma$ がそれらによって表されると考える。すなわち、ポテンシャルにより各要因を考慮しつつ車両の走行挙動について確率的に表現する。また、ポテンシャル分布は道路空間内に3次元的に張り出すため、横方向に関する走行挙動の記述や運転者が周囲からの受ける心理的影響を単一のモデルで表現することが可能である。

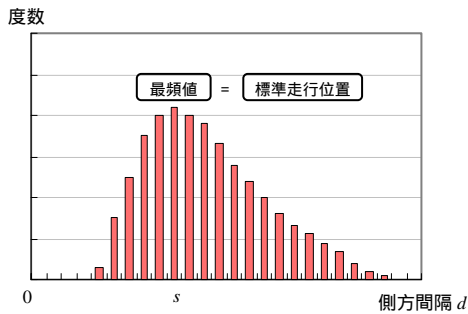


図-5 側方間隔のヒストグラムの例

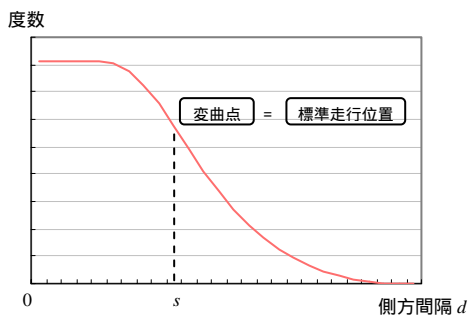


図-6 ポテンシャル分布

#### 4. 回避行動についてのポテンシャル分布

ビデオ画像から回避行動についてのポテンシャル分布を記述するための準備として道路上に座標軸を設定した。歩道の縁石と対象区間の西側横断歩道の右端とが交わる地点を原点として  $x$  軸を道路進行方向(東向きが正)に、 $y$  軸を道路横断方向(南向きが正)に定めた(図-7)。画像処理によって得られる座標データの精度は、その誤差が 0.1m 以内に収まる程度である。

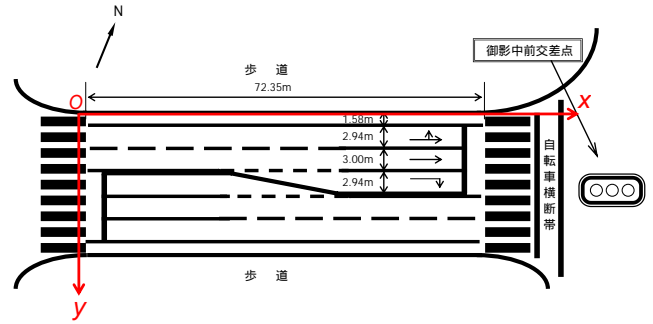


図-7 座標軸の設定

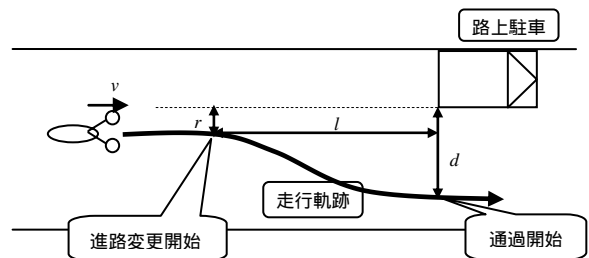
#### (1) データの抽出

ここでは原付の走行軌跡座標を取得した。10/22 PM、10/27 AM、10/27 PM、10/29 PM の路上駐車車両を回避する原付 240 台のうち、渋滞による前方車両の停滞などの複雑な外的要因のないものについてビデオ画像を切り出し、自動追尾ソフト (Ditect 社「Dipp-Motion 2D」) により車両の追尾を行うことで 1/30 秒ごとの軌跡の座標を得た。車両の自動追尾の様子を図-8 に示す。軌跡座標を得た原付の総台数は 202 台である。

続いて得られた軌跡データと路上駐車車両の位置座標から図-9 に示す値を求めた。路上駐車車両を回避するために進路変更を開始する位置を「進路変更開始位置」と呼び、1 台の軌跡データのうち  $y$  座標の値が観測開始時刻の  $y$  座標の値に 0.15m を足した値を初めて越えるときの位置として求めた。また、路上駐車車両の横を通過し始める位置を「通過開始位置」と呼び、1 台の軌跡データのうち  $x$  座標が路上駐車車両後尾部の  $x$  座標と同じ値となるときの位置として求めた。



図-8 自動追尾画面



$l$ : 進路変更開始位置から路上駐車車両までの  $x$  方向の距離

$d$ : 通過開始位置から路上駐車車両までの  $y$  方向の距離

$v$ : 進路変更開始位置での原付の速度

$r$ : 進路変更開始位置での  $y$  座標から路上駐車車両の  $y$  座標を引いた値

図-9 取得したデータ

## (2) サンプルのセグメント化

本研究では、路上駐車車両から張り出すポテンシャルは、 $v$  または  $r$  にのみ依存すると考える。すなわち、ポテンシャルの形状は式(1)においてパラメータ  $\mu$ ,  $\sigma$ ,  $\kappa$  によって決まるが、そのうち  $\mu$  と  $\sigma$  が  $v$  または  $r$  のみにより決定する変数とする(式(2))。また、原付が回避する路上駐車車両の車種は考慮に入れずにパラメータ  $\kappa$  はどのポテンシャルについても標準値の1であるとする。

$$\begin{aligned} \mu &= f(v), & \mu &= f(r) \\ \sigma &= f(v), & \sigma &= f(r) \end{aligned} \quad (2)$$

前項にて得られた進路変更開始速度  $v$  と進路変更開始位置  $r$  の分布を図-10 に示す。これを基にそれぞれについて階級化をした。階級化は各セグメントにポテンシャルを推定するだけにふさわしいサンプル数が含まれるよう恣意的に行った。図-10 に階級境界を垂直線で表した。

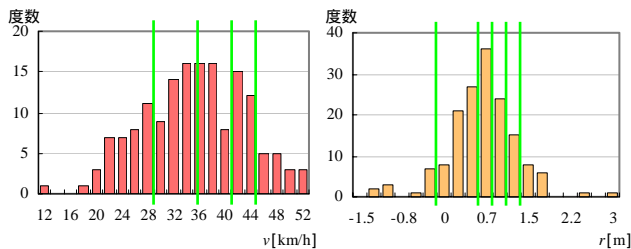


図-10  $v$  と  $r$  の分布と階級

## (3) ポテンシャル分布の記述

各セグメントについて(1)で算出した値に基づいてポテンシャルの記述をした。得られたポテンシャル分布の一例として、セグメント  $v < 30$  における  $x$  方向のポテンシャル分布を図-11 に示す。

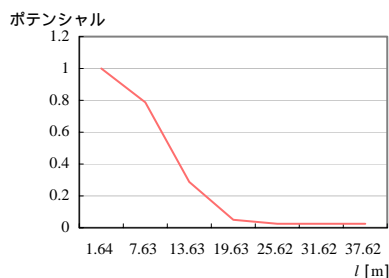


図-11  $x$  軸方向ポテンシャル分布 ( $v < 30$ )

## (4) パラメータの推定

求められた各区間での分布から式(1)におけるパラメータ  $\mu$  と  $\sigma$  を推定した。 $x$  方向、 $y$  方向の各ポテンシャルについてパラメータ  $\mu$  と  $\sigma$  の  $v$ ,  $r$  に対する変化を示したものが図-12 および図-13 である。

## 5. 研究のまとめと今後の課題

本研究は二輪車安全対策の評価ツールとしての交通

シミュレーションを構築することを目指し、その初期段階としてポテンシャルモデルを提案した。そして原付が路上駐車車両を回避する挙動についてそのモデルパラメータを推定することができた。今後は交差点付近におけるその他の挙動についても同様にポテンシャルモデルの理論を応用することにより、多様な二輪車の挙動を再現することを図る。そして乗用車の挙動についても従来のモデルの適応性の可否を検討しながら走行挙動モデルの統合化を目指す。さらに、再現された混合交通に対する危険度評価についてもポテンシャル理論の応用を試みていくことも今後の課題である。

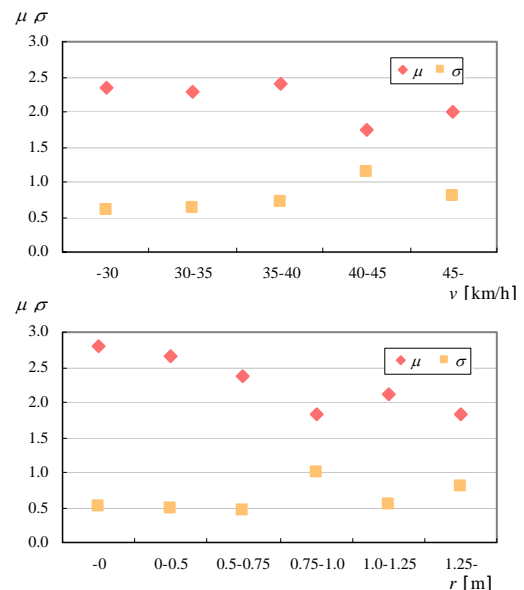


図-12  $v$  と  $r$  に対する  $x$  方向パラメータの変化

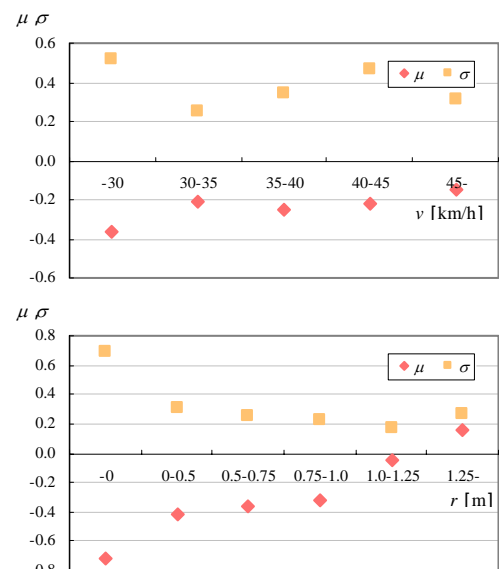


図-13  $v$  と  $r$  に対する  $y$  方向パラメータの変化

## [参考文献]

- 1) 交通工学統計, 交通工学, Vol.37, No.3, p.95, 2002.
- 2) 養谷千凰彦: 統計分布ハンドブック, 朝倉書店, pp.405-415, 2003.