

複合現実感交通実験スペースを用いた路上駐車場所の安全性評価

Safety evaluation of on-street parking space using mixed reality traffic experiment system

田中伸治*・桑原雅夫**
Shinji TANAKA and Masao KUWAHARA

1. はじめに

平成18年6月より施行された改正道路交通法では、取締り事務の民間委託や放置違反金の導入など、違法駐車取締りが大幅に強化された。これは都市の渋滞緩和に大きく貢献するものであるが、その一方で荷捌きを行う物流車両など路上を駐車場所として利用している車両は多く、こうした車両により都市の経済・社会活動が支えられていることも事実である。本来は、取締りの強化とあわせて駐車を認める場所も提供されるべきであり、そのためには路上に駐車場所を設置することの実現可能性を検討する必要がある。本稿では路上に駐車場所を設けた際の運転行動への影響について、複合現実感交通実験スペースを利用したシミュレータ実験を行った結果について紹介する。

2. 路上駐車場所の提案

一般街路において、渋滞はほぼ常に信号交差点を先頭に発生する。これは、信号交差点では限られた青時間を流入する道路の間で配分する必要があるため、信号のない単路区間に比べ交通処理能力が小さいからである。そのため交差点付近の路上駐車は交通処理の大きな障害となる。

これは見方を変えれば、交差点と交差点の間はその方向に常に青信号が出ていることと同等であり、容量の観点からは余裕がある区間と考えることができる。これを利用す

れば、処理能力を落とさずに路上に駐車場所を確保することが可能になるはずである。すなわち、交差点間の単路部の走行空間を交差点の交通処理能力に影響のない範囲で圧縮し、これを駐車場所として振り分けるといったものである。図1にそのイメージを示す。

ただしこの駐車場所は道路内に設けるものであるため、駐車区間の入り口付近では走行幅員が減少することになり、これが事故等の危険性をもたらす可能性もある。路上駐車場所の実現可能性の検討に際しては、こうした安全性についての評価を行うことが不可欠であり、その手段として複合現実感交通実験スペースを用いたシミュレータ実験を実施することとした。

3. 複合現実感交通実験スペースについて

複合現実感交通実験スペースとは、東京大学国際・産学共同研究センターにおけるサステイナブルITSプロジェクトで開発された、交通シミュレーションとドライビングシミュレータの連携を軸に、映像技術を融合して現実感の高い交通実験環境を提供するシステムである¹⁾²⁾。このシステムはドライビングシミュレータの運転者と周辺車両との相互作用を再現することができ、モデルを組み込むことにより路上駐車周辺の複雑な車両挙動を表現することができる。

4. シミュレータ実験の計画

4.1. 路上駐車場所の設定

実験は、路上駐車が存在する区間をシミュレータ上に再現し、被験者に走行させるものとした。その際、同じように路上駐車車両が存在していても、路面標示によって運転挙動が異なる可能性がある。そこで比較のため、以下の3種類のパターンを設定した。

- 路上駐車場所を設けない通常の路面標示に駐車車両が存在（違法駐車状態）（図2）
- 1車線あたりの幅を狭めるが、車線数を維持する路面標示（図3）
- 車線数を1車線減らすが、車線幅は同じかそれ以上を確保する路面標示（図4）

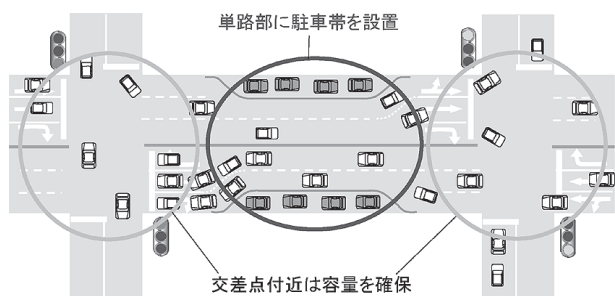


図1 提案する路上駐車場所のイメージ

*東京大学生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター
**東京大学生産技術研究所 先進モビリティ連携研究センター

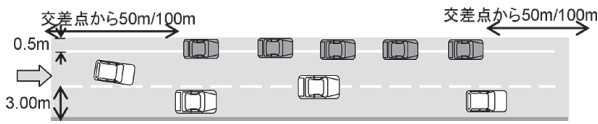


図2 路上駐車区間 (A. 通常の路面標示)

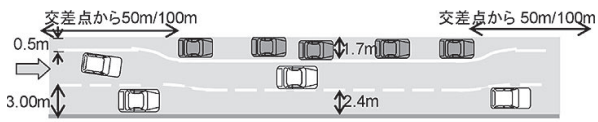


図3 路上駐車区間 (B. 車線幅減少)

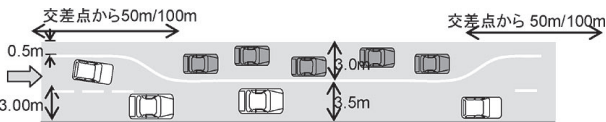


図4 路上駐車区間 (C. 車線数減少)

また、駐車車両が存在する位置として、上下流の交差点からの距離（クリアランス距離）が50m、100mの2種類の場合を設定した。

4.2. 観測項目

4.2.1. 運転挙動データ

ドライビングシミュレータでは60Hzの頻度で自車およ

び他車の運転挙動データが記録される。記録されるデータの種類は、位置座標、ヘディング角、速度、前後/左右加速度、ステアリング角、アクセル/ブレーキ踏み量、周辺車両位置等である。これらを用いて安全性の分析を行う。

4.2.2. アンケート

被験者による路上駐車区間への主観評価として、実験走行終了後にはアンケート調査を実施する。質問項目は、路面標示の選好の順位付けとその理由、路上駐車位置の選好とその理由、走行時に注意する箇所等である。

5. 実験結果

5.1. 概要

性別、年代がなるべく偏らないように被験者を募集して実験を実施した。被験者数は46人である。

性別：男性32人、女性14人

年代：20代30人、30代12人、40代2人、50代2人

実験に際して被験者の運転経験についても尋ね、運転歴や週あたりの運転時間に大きな偏りが無いことを確認した。

5.2. 運転挙動データ

ドライビングシミュレータにより記録される運転挙動データの一例として、図5にパターンAにおける複数の被験者の走行軌跡を示す。各曲線は、各被験者の車両中心の軌跡を示す。被験者により、路上駐停車のかなり手前から回避行動を始める場合と比較的近い位置から回避する場合とかなりばらつきがあることが分かる。

次に、ある一人の被験者に着目した場合のその個人の運

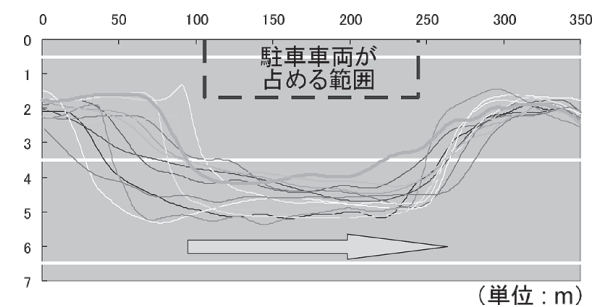


図5 走行軌跡

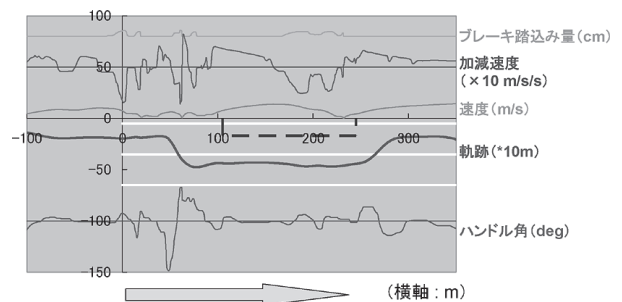


図6 運転操作の例

研究速報

転挙動データの例を図6に示す。この図では、被験者は路上駐車手前で右→左の順にハンドルを切って車線変更を行っており、その際ブレーキ操作とともに細かく加減速を行っていることが分かる。右車線から左車線に戻る際はハンドル角は小さく、加速しながら復帰している。

5.3. 運転操作による評価

前後および左右方向の安全性に関わる指標として、各被験者の走行区間ごとの最大減速度、最大ハンドル角速度を求めた。これらが大きいほど、何らかのコンフリクトが発生している可能性が高いと考えられる。図7と図8にそれぞれの被験者間の分布を示す。図中の太線部が平均±1σ、細線部が最大値と最小値を示している。

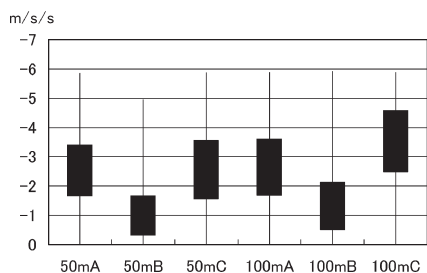


図7 最大減速度の分布

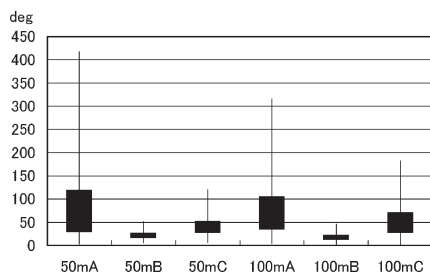


図8 最大ハンドル角速度の分布

どちらの指標においてもパターンBの結果が最も低い値となった。パターンBは車線幅が狭くなるが車線数が維持されているため、車線変更の必要がなく加減速や横方向の移動が少なく済んだものと思われる。パターンAとCについては、それほど大きな違いはない。

5.4. 他車両との関係

5.4.1. 最近接車両との距離

駐車区間においては走行幅員が減少するため、車両同士が接触する可能性がある。そこで他車両との関係を分析するため、被験者車両から最も近い走行車両との距離の変化を求めた。図9はパターンAでの例で、横軸に進行方向距離、縦軸に被験者ごとに最も近い走行車両との距離を示している。これが小さい時、接触等の危険性が相対的に高まっていると考えられる。

各パターンでこれを求めた結果、最小値はどのパターンでも2m弱であり、これは駐車がない区間での最小値とほ

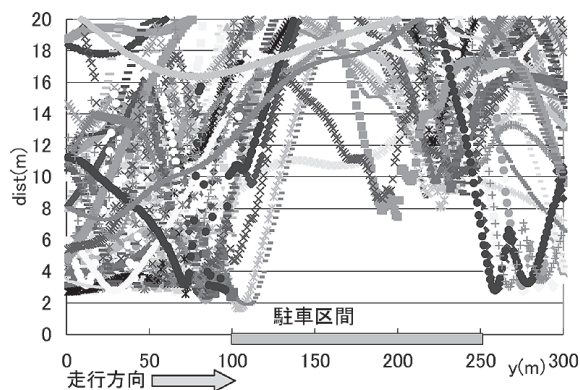


図9 最近接車両との距離

ぼ同じであった。また、パターンAとCでは多くの被験者が駐車区間の開始点(50mまたは100m)までに最小値を記録するが、Bでは全区間に渡って小さな値となった。

5.4.2. 被験者車両周辺の車両密度

次に車両間の距離を元に被験者車両の周辺の密度を求めた。算出方法は、被験者車両に近い車両4台を抽出してその距離の逆数の平均値を求め、それを被験者間で平均した。これが大きい時、そうでない時と比べて接触等の危険性が相対的に高まっていると考えられる。各パターンの比較を図10に示す。

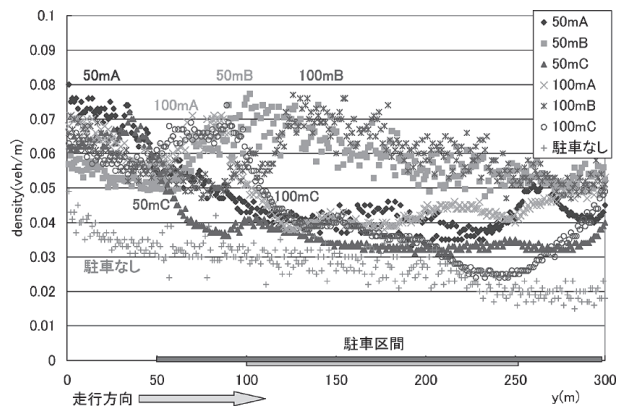


図10 周辺車両密度

これを見ると、全般に区間後半ほど密度が下がっており、周辺車両との間隔を空けて走っていることが分かる。駐車がある場合はいずれのパターンでも駐車なしより値が大きくなっている。パターン別には、Bは全般に密度が高く、特に駐車区間で他のパターンよりも大きな値をとるのに対し、AとCは、駐車区間の入り口付近で最大値をとり、区間内ではCよりもAが大きな値となる。なお、区間終端部(300m付近以降)では、信号待ち行列が形成されている場合があるので、車両密度が上昇している。

5.4.3. 接触ポテンシャル

以上の分析では車両の走行速度を考慮していないので、

仮に隣接車両との距離が近く密度が高い場合でも、速度が十分に低ければそれほど危険ではない可能性もある。ここではその指標として「接触ポテンシャル：P」を自車から最も近い車両について以下のように定義した。

$$P = \frac{(v_i - v_0) \times (v_i + v_0)}{(x_i - x_0)}$$

v_0 : 自車速度, v_i : 他車速度, x_0 : 自車位置, x_i : 他車位置

これは、自車と他車の相対速度および絶対速度が大きい場合と、相対距離が小さい場合に大きな値をとるものであり、このような場合には車両同士の接触の危険性が高いと考えられる。接触ポテンシャルは (m/s/s) の単位を持つ。これをパターンごとに示したのが図 11 である。

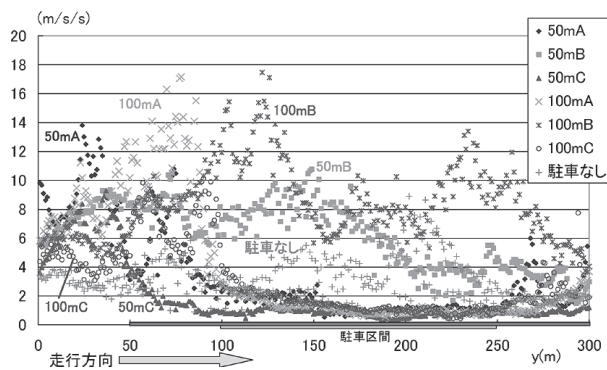


図 11 接触ポテンシャル

これによると、パターン B は全般に大きく、特に駐車区間で大きな値をとるのに対し、パターン A と C は、駐車区間入り口で最も大きな値をとり、A は C よりも大きな値をとる。さらに、パターン A と C の駐車区間内は、駐車なしの場合よりも小さな値をとることが分かる。

以上より、前節で自車の運転挙動のみの観点からはパターン B が最も優れていたが、他車両との関係も考慮すると B は高密度な走行状態になる傾向があり接触等のリスクがあることが分かる。駐車の出入りのような不確定な要素のための余裕も考慮すると、パターン C にも利点があるものと考えられる。

5.5. アンケートによる評価

次に、実験走行後に実施したアンケートの結果を示す。

図 12 は 3 種類の路面標示について危険と感じるかの評

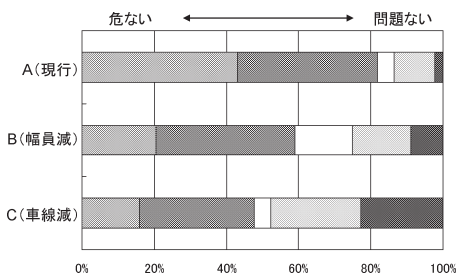


図 12 各路面標示の主観評価

価である。パターン A の違法駐停車状態が危ないという回答が最も多く、B と C は C の方が問題ないという回答が多くなっている。

図 13 は 3 種類の路面標示のどれが走りやすいかという質問の結果である。パターン C が最も高く、A は最も低くなっている。

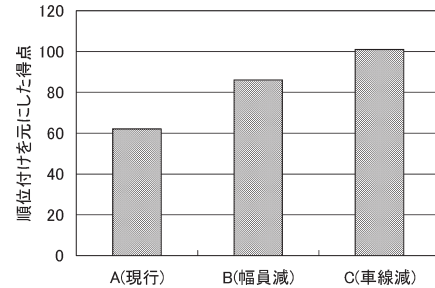


図 13 路面標示の選好

図 14 はなぜその路面標示が走りやすいと感じたかを尋ねた結果である。パターン B では車線変更をしなくてよいこと、C では車線幅が広いことがその大きな理由となっている。

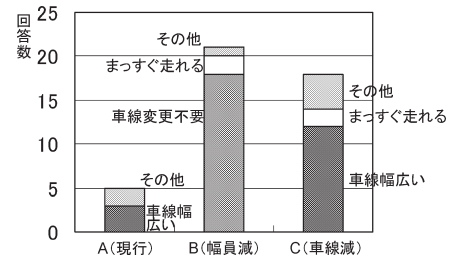


図 14 走りやすいと感じる理由

6. ま と め

本稿では路上駐車場所の評価に複合現実感交通実験スペースを用いた実験の結果を報告した。それによれば、違法駐車状態(パターン A)は運転挙動データからもアンケート回答からも評価が低く、これは路上に明示的な駐車場所を確保することの妥当性を示唆しているものと考えられる。今後は円滑性なども含め包括的な実現可能性の検討を行い、路上駐車場所の提供を含むメリハリのある駐車管理の実現に資することを目標とする。

(2007年3月14日受理)

参 考 文 献

- 1) 本多建, 池内克史, 桑原雅夫, 須田義大, 影澤政隆, 白石智良, 大貫正明: トラフィックシミュレータとドライビングシミュレータを連携した「複合現実感交通実験スペース」の構築, 第 54 回理論応用力学講演会, 2005.1
- 2) Y. Suda, Y. Takahashi, M. Onuki, H. Komine : Development of the Universal Driving Simulator for ITS researches, In Proceedings 13th ITS World Congress Proceedings, 2005.11