

市街地道路における路上駐車対策効果のシミュレーション分析*

Traffic Simulation analyses of On-Street Parking on Traffic Flow in Urban Streets*

坂本邦宏** 竹内恭一*** 久保田尚****

Kunihiro SAKAMOTO, Kyouti TAKEUCHI, Hisashi KUBOTA

1. はじめに

路上駐車の典型的な問題として、都市部や商業地区の市街地道路に発生する慢性的な路上駐車が挙げられる。これらの道路では、小売店や銀行などの駐車需要が高いにもかかわらず、駐車場や荷さばき所の不足や運転者の駐車モラルの欠如によって、結果として多数の路上駐車が発生して道路の交通機能が低下している。特に道路幅員の狭い片側一車線の市街地道路では(図1)、路上駐車が交通状態に与える影響は多大なため、その路上駐車による影響の把握や駐車抑止策のインパクト評価を行うことが強く望まれている。

路上駐車に関連する既存研究を整理すると、まず多くの路上駐車の実態分析¹⁾²⁾や、路上駐車発生に関する分析³⁾⁴⁾⁵⁾が行われてきている。これらの研究では主として交通状態や周辺立地施設との関係を考慮した上で路上駐車が発生する原因を探っているが、路上駐車を選択行動を分析しているものもある⁷⁾。また発生機構だけではなく、路上駐車施設の効果分析⁸⁾を周辺建物用途を考慮した上で行っているもの⁹⁾や、さらには近年急速に盛んになってきた社会実験を利用して路上駐車抑制の実験的效果分析を行った事例もある¹⁰⁾。

路上駐車によるインパクトの定量的評価のためには、路上駐車が及ぼす影響を詳細に把握することが必要となるが駐車車両が交通流に与える現象は非常に複雑なため一般的な評価モデルとしてはある程度状況を限定した上で各種モデルが検討されてきた。例えば、通過車両の速度低減率を評価指標として一般化を試みたものや¹¹⁾、交差点付近の路上駐車によるフローレイト変動を定量的に把握するもの¹²⁾、さらには路上駐車による損失時間の算出を行うものなどである¹³⁾。しかしながら、これらの分析は分析対象を限定している場合が多く、広く一般に利用されるに至っていない。

一方、近年開発が急速に進行している交通シミュレーションを用いた路上駐車問題の研究もなされている。点的な路上駐車による交通障害を検討したもの¹⁴⁾をはじめ、海

外で作成されたシミュレーションソフトウェアを日本の路上駐車問題に適応させる試みを行っているもの¹⁵⁾¹⁶⁾などがある。この交通シミュレーションを用いた分析はその解析範囲の広さやモデルの柔軟性などの点でも現実可能な方法として有効性が高い。

このような背景から、本研究では市街地道路の駐車問題に対して、アセスメントや駐車政策の定量的な評価が可能な評価システムを構築することを目的とした。研究の構成としては、市街地道路に発生する路上駐車に関する追い越し車両の挙動モデルを構築し、筆者らが従来から開発を進めているミクロ交通シミュレータ tiss-NET¹⁷⁾への実装を行った後に、具体的な地区に対して仮想的な駐車抑制策の効果をシミュレーションによって予測した。



図1 典型的な片側1車線道路の路上駐車状態

2. 路上駐車に関するモデル構築のためのデータ収集

(1) 混雑市街地における交通状況調査

本研究のモデル地区として、典型的な路上駐車行動が観測される埼玉県内の旧国道沿いの路線(約400m)を選定した。この地区は、片側一車線(片側幅員420cm)の市街地道路に沿って商業・娯楽施設や銀行が立地し、駐停車禁止区域にもかかわらず路上駐車や交差点での錯綜による激しい交通渋滞が観測されている。調査は、対象地域が混雑した1998年10月30日(金)の夕方

* キーワード: 地区交通計画、交通計画評価

** 正会員 工学修士 埼玉大学
浦和市下大久保 255

TEL 048-858-3549 FAX 048-855-7833

*** 正会員 工学修士 日本工営(株)

**** 正会員 工学博士 埼玉大学大学院理工学研究科

14:30-16:30 に実施した。この調査では、調査時点での交通状況を忠実に再現すること、およびモデル作成用のデータ収集を目標として、表 1 の調査を実施した。

表 1 調査種類と獲得データ

調査種類	獲得データ
ナンバープレート調査	地点交通量・OD 交通量
路上駐車状況調査	発生・消滅時刻・駐車位置・
駐車場利用調査	利用台数・利用時間
信号現示調査	信号サイクル・現示
VTR 撮影調査	交通状況

(2) 実走行実験

実際の状況調査だけでは状況が限定されるために、過去に実施した 2 種類の実走行実験からも必要なデータを得た¹⁸⁾。この実験は片側一車線道路に路上駐車を意図的に発生させ、道路幅員や対向車の発生タイミングを任意に変更して、追い越し車両の挙動に関するデータを得たものである。ただし、公道上への意識的な路上駐車車の発生は道徳的な観点から問題があるために、社会的に影響の少ない私有地内の道路で実施した。この実験から得たデータとしては、道路幅員を変化に伴う路上駐車追い越し挙動の判断や追い越し時の速度がある。

3. 路上駐車追い越しモデルのモデル化とシミュレーションへの組み込み

路上駐車が発生した市街地道路が混雑した場合、その状況は非常に錯綜する。自動車運転者は「発進・加減速・追従・信号による停止・先詰まりによる交差点進入判断」などといった基本的な挙動以外に、「駐車車両の回避行動・対向車への配慮・路上への駐車行動（縦列駐車など）・路上駐車からの発進行動・割り込み進入」など複雑な状況判断を行って自らの行動・挙動を決定することになる。これらすべての状況判断に関して、判断モデルを分析によって構築することは不可能ではないが、路上駐車車両に関する問題をシミュレーションに組み入れることを前提に階層的に捉えた上でモデル構築を行った。

(1) 路上駐車追い越しの基本的分類と本研究の範囲

路上駐車車の追い越し（回避）挙動をモデル化する際に、重要となる道路の構造的要素は「対向車線との分離状態（中央分離帯の有無）」「車線数」「道路幅員」が挙げられ、また交通状況的要素としては「対向車の状態」「自車の走行状態（追従・非追従）」「路上駐車車の前方の先詰まり状態」「自車と平走する車両の状態」等が挙げられる。まず、対向車線との分離が確保されている道路では対向車との相互影響は無視できるが、わが国の一般的な市街地道路を想定した場合は、分離されていない状況が一般的である。つまり対向車との相互影響を考慮しなければなら

い場合には、追い越し時の実際の道路幅員すなわち駐車車両を追い越す際にどれほどの道路幅員を使うことができるかによって追い越し挙動はかなり影響を受ける。路上駐車がある場合、接近してきた車両は駐車車両を追い越すわけであるが、その時に使用可能な幅員を「道路有効幅員（＝道路幅員－路上駐車や対向車に占有された幅員）」と定義した。さらに、これを表 2、図 2 に示すように 3 つに分類を行った。

表 2 追い越し時の道路有効幅員の分類

分類	状況
A	自車線内でのすり抜けが可能で自分が走行している車線内の道路有効幅員を求める場合
B	1 車線道路において対向車線へのはみ出しを考慮する場合
C	複数車線道路において右車線へのはみ出しを考慮する場合

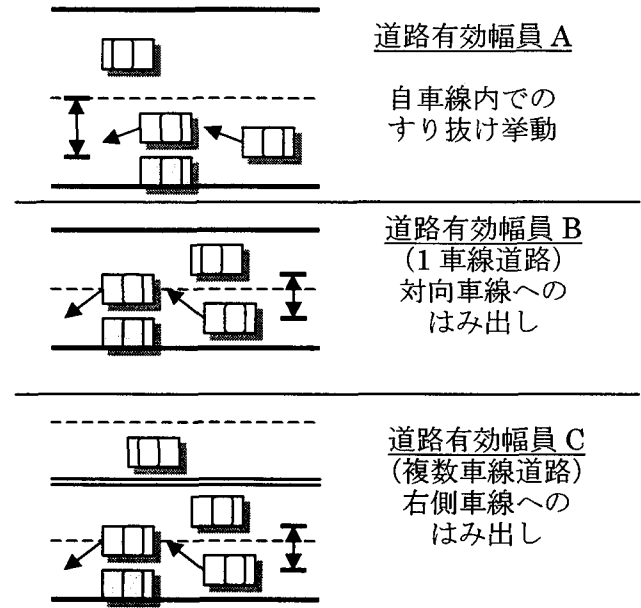


図 2 追い越し時の道路有効幅員の分類

この分類に基づく一般的なモデル群は既に既存研究で分析済みであるが¹⁹⁾、あくまで一台の駐車車両が片側車線のみが存在するという限定された状況の挙動解析に留まっていた。そこで本研究では、道路有効幅員の分類 A 及び B について、「複数の路上駐車」「片側一車線の二車線道路における両側の路上駐車」についてモデル分析を行った。また、モデル構築にあたっては、本研究では「路上駐車車両によって影響がある車両（追い越し、待機など）の挙動・判断に関するモデル」「シミュレーションシステム (tiss-NET) に直接組み入れることが可能なモデル」といった前提条件に従ってモデルを構築し、最終的に図 3 に示すモデル構成となった。

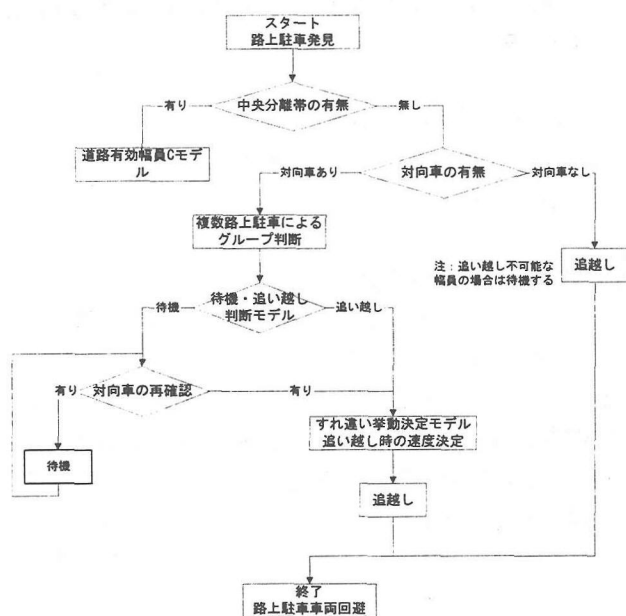


図 3 路上駐車挙動の全体フロー

(2) 複数駐車時の車両群判断モデル

路上駐車が複数台存在する時、その路上駐車間の駐車間隔によって、走行車両の追い越し挙動は異なってくる。駐車車両の間隔が狭ければ、複数の路上駐車車両を一つの路上駐車「車両群」として捉え、車両群に対して追い越しを行うかどうかの判断を行う（図 4）。駐車車両の間隔が十分に広い場合は、路上駐車車両の間に対向車との待避スペースになり、路上駐車「車両群」として捉える必要は無い。

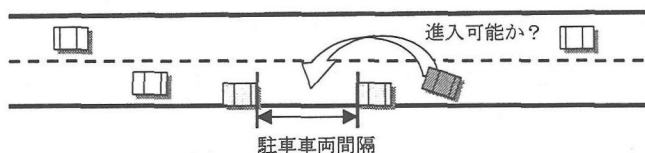


図 4 複数駐車時の駐車車両間隔の判断

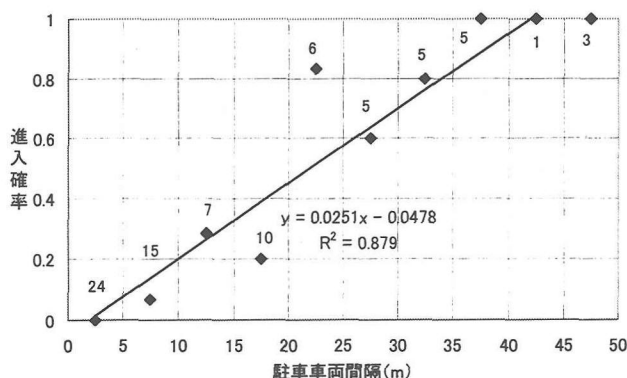


図 5 駐車車両間隔による進入確率

本研究ではこの「複数駐車時の車両群判断モデル」を、駐車車両の車両間隔に影響される単純なモデルとして分析を行った。観測サンプルは 81 であり、追い越し車両の進入確率を得る式を線形近似によって図 5（図中の数字はサンプル数）の様に得た。このモデルでは、路上駐車の間隔が 40m 程度になれば、ほぼ全ての車両がその間で待機できるものと判断し、車両群との認識は持たない。また、間隔が 20m 程度であれば約半数の車両が車両群として認識することになる。

(3) 追い越し車両の待機・追い越し判断モデル

tiss-NET における既存モデルでは道路両側に発生する路上駐車に未対応なために、本研究では道路両側に発生する路上駐車に対応したモデルの構築と tiss-NET への実装を行った。本モデルは路上駐車を発見後「待機する・追い越しする」の判断を行った後、「進入する場合の挙動決定モデル」といった二段階構成となっている。

(a) 待機・追い越し判断モデル

両側に路上駐車が発生した場合、残された道路有効幅員によって追い越し車両の自動車運転手は待機するか、追い越しを行うかの判断を行うことになる。この時、同幅の道路有効幅員でも、小型車は追い越しを行い、大型車だけは待機するなど、自車の車幅によってその判断は異なるため、道路有効幅員から自車の車幅を減じたものを残幅員と定義して用いた。本研究では観測によって得られたデータから「待機する・追い越しする」の判断を行う二者択一の二項モデルロジットモデルの推定を行い、t 値・尤度比とともに比較的良好な結果が得られた（表 3）。式 1 に、追い越し車両が路上駐車車両の前で待機するか、追い越すかの判断モデル式を示す。

表 3 待機・追い越し判断モデルの出力結果

要因	パラメータ	t 値
残幅員 (cm) *	-0.017	-5.050
追い越し車両 (自車) の速度 (km/h)	0.086	3.996
定数項	0.546	3.658
尤度比	0.245	
的中率	79.2%	
サンプル数	146	

*: 残幅員: 有効幅員 - 自車の車幅

式 1 待機・追い越し判断モデル式

$$V = -0.017W + 0.086S + 0.546$$

$$P = 1 / (1 + \exp(-V))$$

P: 追い越し車両が路上駐車車両の前で待機する確率
W: 残幅員 (cm)
S: 追い越し車両の速度 (km/h)

tiss-NET では、通常、車両は 100m 前方の交通現象までを検索範囲としている。車両は駐車車両の最大 100m 手前から本モデル判断を行い、コンパートメント (5m) を移動する毎に再度本モデルを含む走行挙動を決定している。待機すると判断した場合は、駐車車両直前で停止

するための走行挙動に移行するが、通常 100m 手前から減速は行わず、駐車車両直前の判定で実際に追い越すか待機かの挙動を決定する。また待機した場合は、対向車両が通過後に再度判定を実施する。モデル推定結果からは、残幅員が狭くなると待機しやすくなり、追い越し車両の速度が大きくなると待機しやすくなるといった現実的な結果が得られた（図 6）が、対向車の速度や位置に関する要因を入れた場合は有為なモデルを得ることができなかった。この原因としては、データ収集区間において慢性的な渋滞が発生しているために、有効な対向車の速度を得るサンプルが少なかったためである。

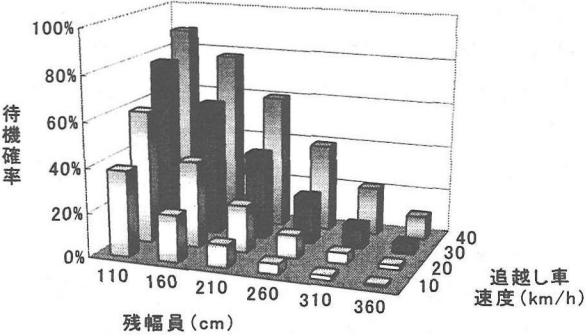


図 6 追い越し車両の待機確率

(b) すれ違い追い越し挙動モデル

(a)の「待機・追い越し判断モデル」で、追い越しを行うと判断された場合は、図 7の様な状況の具体的な走行挙動を決める必要がある。交通インパクトを算出する場合、追い越し時の速度が追従車両に与える影響は大きいために、追い越し時の車両速度を残幅員から得る線形式を得た（図 8）。なお、実験では道路幅員を一定間隔で変化させたために、残幅員が一定のまとまりを持ってしまい、連続的な観測データは得られていない。

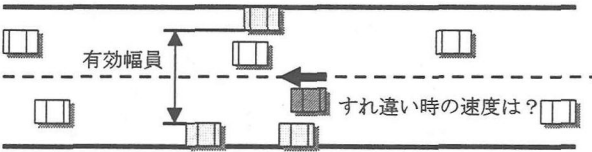


図 7 すれ違い状況

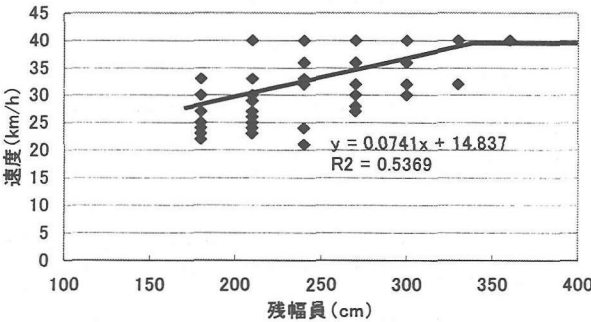


図 8 残幅員によるすれ違い速度モデル

4. シミュレーションによる路上駐車対策の効果分析

2(1)で述べた市街地道路の区間をケーススタディーとして、構築した路上駐車モデルを組み込んだシミュレーション分析を実施した。

(1) 現状再現性の確認

まず、シミュレーション分析の現状再現性の確認を行った。前提条件として、モンテカルロシミュレーションの tiss-NET では疑似乱数発生機構における SEED 値（初期値：値固有の特徴は無く、単に疑似乱数発生 of 初期設定）の取り扱い問題がある。tiss-NET では、車両発生時刻の決定（OD 交通量に基づいたポアソン分布）において疑似乱数を使用しており、既に SEED 値の違いによる発生台数の差が無いことは確認してある²⁰⁾が、本研究では新たに疑似乱数を用いるモデルを追加したために、再度3種類のSEED値を用いてその影響を検討した。また、シミュレーションの実施に際しては、精度の高い OD 交通量が推定できた 15:30-16:00 間のシミュレーションで確認した。また路上駐車については、路上駐車 of 発生（縦列駐車）や解消（発進）について十分なモデルを取得していないため、実際の発生状況（位置）に合わせてシミュレーション開始時に強制的に発生させた。

再現性確認のための指標としては、「交差点交通量」と「対象区間の旅行時間」に着目した。交差点交通量の確認は、対象地区の出入口となる二箇所の交差点で、それぞれの流入・退出交通量を用いて行ったが、OD 交通量推定をナンバープレート調査によって実施したため、精度の高い結果が得られた（図 9）。旅行時間による確認は、路上駐車 of 激しい対象路線の両方向で行った（表 4）。おおむね良好な結果であるが、SEED3 で北から南方向の平均旅行時間が小さな結果となった。また、再現時の表示を図 10に示す。以上より、現状再現性は得られていると判断し、各種対策の効果分析を行った。

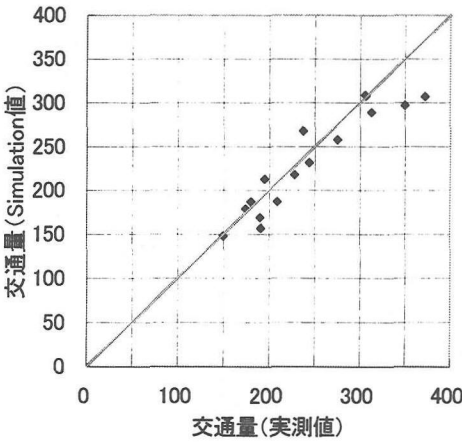


図 9 交差点交通量の比較(再現性確認)

表 4 平均旅行時間

	平均旅行時間 (通過台数)	
	北から南方向	南から北方向
実測値	346 秒 (34 台)	141 秒 (94 台)
SEED 1	328 秒 (33 台)	113 秒 (87 台)
SEED 2	352 秒 (46 台)	127 秒 (93 台)
SEED 3	273 秒 (47 台)	128 秒 (88 台)

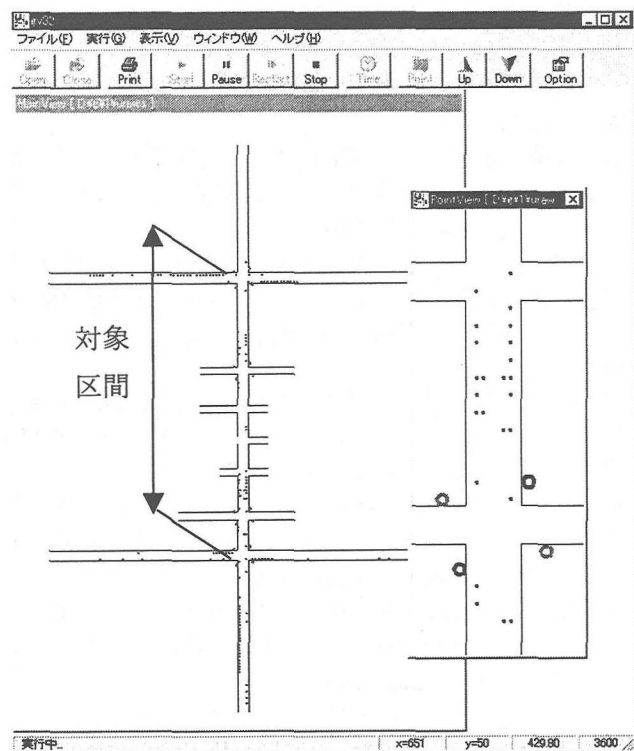


図 10 現状シミュレーション実行画面

(2) 駐車禁止策の効果予測

本来この区域は、貨物の積み下ろしをのぞいた車両が駐車禁止（車輪止め実施区間）となっているが、路上駐車を誘発する路側施設（小売店や銀行など）が多数存在するため、図 11に示すように短時間路上駐車が多数観測（174 台/2 時間）されている。

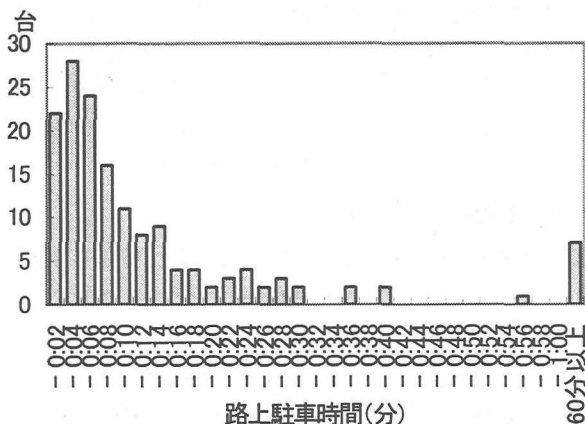


図 11 路上駐車駐車時間分布

従来から違法な路上駐車による道路容量の低下は激しいといわれてきたが、本シミュレーションの分析によって違法駐車を一掃した場合の交通状況が予測可能となる。つまり違法駐車が及ぼす影響を定量的に評価できることになる。ただし、用いた OD 交通量が現状のものであるために、交差点交通量の増加は当然だがなかった。また、シミュレーションは現状再現の確認を行った時間帯と同様に 15:30 から 16:00 までとした。また、対象区間（図 10）の平均幅員は片側 420cm（両側で 840cm）であり、両側に路上駐車が発生しても、通過車両がぎりぎり走行可能な幅員となっている。

(a) 片側駐車禁止

この路線においては北から南（図 10で上から下方向）の交通状況が特に悪く、進行方向側（左側）に発生する路上駐車の数 93 台/2 時間であった。そこで、まず仮想的に左側車線のみを駐車禁止規制違反を厳格に取り締まった場合の効果予測分析を行った。自車線の路上駐車がなくなったことにより、路上駐車からの悪影響が大幅に減少したため、対象区間の旅行時間（シミュレーション時間内に対象区間を走破した車両のみ計測）は平均して 35%改善（112.6 秒の短縮）し、通過車両台数も 44%（15 台）増加した（図 12）。

(b) 全面駐車禁止

全面禁止とは従来の交通規制が全面的に遵守され、さらに荷さばきスペース等が完備された状況を意味するが、結果は当然の結果として大幅な改善が見られた。対象区間の旅行時間は平均して 59%（188.9 秒の短縮）改善し、通過車両台数も 55%（19 台）増加した（図 12）。

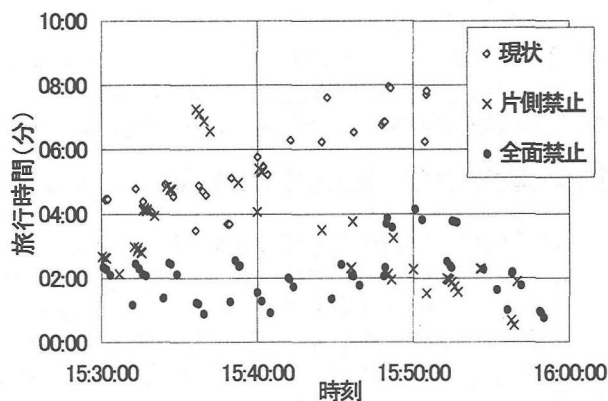


図 12 仮想的な路上駐車抑制時の旅行時間変化

5. おわりに

本研究では、特に市街地における交通問題として重要な路上駐車の追い越し挙動に関するモデルを実験と観測から構築し、具体的な交通インパクトを評価できるシミュレーションシステムを開発した。さらに複雑な交通状況が再現可能となったことで具体的な路上駐車抑止策

の効果についても予測できた。

本研究によって市街地道路のシミュレーション分析でも比較的需要の高い路上駐車に関するミクロな分析が可能となったが、対向車との譲り合い現象や、バスなどの車種構成の違いを考慮するモデル構築とその影響の詳細分析が今後の重要な課題となる。

【参考文献】

- 1) 李相光, 樗木武, 辰巳浩, 大石剛史: 都心部における路上駐車の特性和対策に関する一考察, 土木学会年次学術講演会講演概要集第4部, pp.698-699, 1993
- 2) 黄仁詰, 高田邦道: コンビニエンス・ストア周辺の路上駐車問題, 土木学会年次学術講演会講演概要集第4部, pp.244-245, 1995
- 3) 本間正勝, 末永伸一, 斎藤威: 路上駐車が交通流に与える影響の基本的特性, 第14回交通工学研究発表会論文集, pp.77-80, 1994
- 4) 末永伸一, 本間正勝, 森健二, 斎藤威: 都市における路上駐車の一考察, 第14回交通工学研究発表会論文集, pp.69-72, 1994
- 5) 豊田剛, 加藤哲男, 本多義明: 沿道施設周辺の路上駐車と道路交通量との関係に関する研究, 土木計画学研究・講演集 Vol.22(2), pp.699-700, 1999
- 6) 豊田剛, 嶋田喜昭, 川上洋司, 本多義明: 沿道施設に誘発される路上駐車の一考察, 土木計画学研究・講演集 Vol.18(1), pp.337-340, 1995
- 7) 塚口博司, 小林雅文, 飯田恭敬: 路上駐車を含めた駐車場所選択, 土木計画学研究・講演集 Vol.14(1), pp.147-152, 1991
- 8) 堂柿栄輔, 佐藤馨一, 五十嵐日出夫: 都心商業地域における路上駐車施設の設置効果に関する研究, 土木計画学研究・講演集 Vol.15(1), pp.691-696, 1992
- 9) 鈴木孝治, 西村昂, 日野泰雄, 村上睦夫: 建物用途別駐車需要から見た路上駐車施設設置効果に関するモデル分析, 土木計画学研究・論文集 Vol.14, pp.721-726, 1997
- 10) 山中英生, 藤岡啓太郎, 吉田信博, 釣田浩司: 商店街における路上駐車実態と交通実験による制御効果の分析, 土木計画学研究・講演集 Vol.22(2), pp.695-698, 1999
- 11) 片谷教孝, 筈木亘, 藤原康史, 吉川雅信: 路上駐車車両が走行車に与える影響のモデル化, 土木学会年次学術講演会講演概要集第4部 Vol.49, pp.704-705, 1994
- 12) 鹿田成則, 片倉正彦, 石原晃一: 交差点交通容量に対する路上駐車の影響分析, 土木学会年次学術講演会講演概要集第4部, pp.672-673, 1993
- 13) 佐藤賢, 千葉崇宏, 赤羽弘和, 桑原雅夫: 路上駐車による旅行時間損失の推定, 土木計画学研究・講演集 Vol.21(1), pp.279-282, 1998
- 14) 佐々木崇, 武山泰: 駐車車両による交通障害のシミュレーションの構築, 土木学会年次学術講演会講演概要集第4部 Vol.51, pp.454-455, 1996
- 15) 森田育宏, 吉川康雄, 貴志泰久, 香月伸一: 路上駐車の影響モデルの開発による交通流シミュレータの国内適用性の向上, 第14回交通工学研究発表会論文集, pp.81-84, 1994
- 16) 貴志泰久, 香月伸一, 谷口正明: 岡本智路上駐車回避挙動の構造化とシミュレーションモデルの開発, 第16回交通工学研究発表会論文報告集, pp.113-116, 1996
- 17) 坂本邦宏, 久保田尚, 門司隆明: 地区交通計画評価のための交通シミュレーションシステム tiss-NETの開発, 土木計画学研究・論文集 No.16, pp.845-854, 1999
- 18) 竹内恭一, 小原誠, 坂本邦宏, 久保田尚: 片側一車線における路上駐車の影響分析, 第17回交通工学研究発表会論文集, pp.237-240, 1997
- 19) 小原誠, 高橋伸夫, 坂本邦宏, 久保田尚: 路上駐車追い越し挙動の類型化とシミュレーションシステムの開発, 第16回交通工学研究発表会論文報告集, pp.109-112, 1996年11月
- 20) 坂本邦宏, 高橋伸夫, 久保田尚: セクションを利用した地区交通のための交通インパクト評価システムの開発, 土木計画学研究・講演集 No.20(1), pp.493-496, 1997

市街地道路における路上駐車対策効果のシミュレーション分析

坂本邦宏 竹内恭一 久保田尚

検討要因の複雑な交通現象を解析する場合、シミュレーション手法が有効であることが事例報告とともに明らかになってきている。本研究は我が国で日常的に観測される市街地道路における路上駐車問題に着目して、路上駐車インパクト超過のためのシミュレータ開発を行った。その際、筆者らが従来から開発を行っている tiss-NET に導入する路上駐車に関する各種モデルを構築し、具体的に路上駐車問題が発生している道路で仮想的な路上駐車対策の効果分析をケーススタディーとして実施し、その定量的把握が行えることを確認した。

Traffic Simulation for Micro-level Transportation Planning -developing tiss-NET-

Kunihiro SAKAMOTO, Kyoichi TAKEUCHI, Hisashi KUBOTA

Traffic simulation system is one of the most effective methods to analysis micro-level traffic situation. In Japan, it is serious traffic problem that there are heavy traffic impacts because of on-street parking at the narrow road in the urban area. Authors developed the innovative micro traffic simulation system for personal computer named tiss-NET. The purpose of this study is to make traffic simulation system for traffic assessment through making car behavior models as on-street parking. By case study using tiss-NET, the quantitative effects of some types of provision of on-street parking were clear.